



TRABALHOS DE CONCLUSÃO DE CURSO

ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - 2018

FAAG - FACULDADE DE AGUDOS

FAAG
FACULDADE DE AGUDOS

**TRABALHOS DE CONCLUSÃO DE CURSO DA FAAG – FACULDADE DE
AGUDOS**

GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – 2018

ÍNDICE

A IMPORTÂNCIA DA MUDANÇA DE LAYOUT E A IMPLANTAÇÃO DO PDU (PONTO DE USO) NO SETOR DA FÁBRICA.....	03
A IMPORTÂNCIA E A ATUAÇÃO DO DEPARTAMENTO DE COMPRAS E LICITAÇÕES EM UM ÓRGÃO PÚBLICO NA CIDADE DE AGUDOS.....	29
AS VANTAGENS DA MANUTENÇÃO AUTÔNOMA PARA PROCESSOS PRODUTIVOS.....	79
AUTOMAÇÃO COM MÁQUINA OVERLOQUE: UM ESTUDO DE CASO USANDO SIMULAÇÃO.	155
DESTINAÇÃO DO RESÍDUO DE RESINAS TERMOFIXA À BASE DE FORMOL/URÉIA, PARA O PROCESSO DE COMPOSTAGEM.....	229
LOGÍSTICA REVERSA DO ÓLEO AUTOMOTIVO: UM ESTUDO COM ENFOQUE AMBIENTAL ECONÔMICO.....	285
LOGÍSTICA REVERSA NA PRODUÇÃO DE BATERIAS.....	300
MELHORIA NA QUALIDADE DO SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO: UM ESTUDO DE CASO.....	355
PNEUS DE REUSO: O NOVO DESTINO DOS PNEUS RECOLHIDOS NO MUNICÍPIO DE AGUDOS.....	399
PROCESSO DE PRODUÇÃO DE MDF – REDUZINDO O TEMPO PARA O AUMENTO DA PRODUTIVIDADE: UM ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DO INTERIOR DO ESTADO DE SÃO PAULO.....	447
QUALIDADE DA ENERGIA: UM ESTUDO DE CASO SOBRE HARMÔNICAS EM REDES ELÉTRICAS EM UMA EMPRESA NO INTERIOR PAULISTA.....	493
SULFITAÇÃO E OZONIZAÇÃO NO PROCESSO DE CLARIFICAÇÃO DO CALDO DE CANA PARA FABRICAÇÃO DE AÇUCAR.....	513
TRATAMENTO DE ÁGUA PARA CALDEIRAS EM UMA EMPRESA DO SETOR SUCROALCOOLEIRO DO INTERIOR PAULISTA.....	547
VIABILIDADE DO RERREFINO DE ÓLEO LUBRIFICANTE: CONSCIENTIZAÇÃO E GESTÃO DO DESCARTE DO ÓLEO LUBRIFICANTE USADO.....	600

FACULDADE DE AGUDOS - FAAG

**JULIO CESAR SILVA
MATEUS RODRIGUÊS**

**A IMPORTÂNCIA DA MUDANÇA DE LAYOUT E A IMPLANTAÇÃO DO PDU
(PONTO DE USO) NO SETOR DA FÁBRICA.**

AGUDOS - SP

2018

FACULDADE DE AGUDOS - FAAG

**JULIO CESAR SILVA
MATEUS RODRIGUÊS**

**A IMPORTÂNCIA DA MUDANÇA DO LAYOUT E A IMPLANTAÇÃO DO PDU
(PONTO DE USO) NO SETOR DA FÁBRICA.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Examinadora do Curso Engenharia de Produção, Faculdade de Agudos, sob orientação do Professor Especialista Cornélio Luiz Marchizelli.

**AGUDOS – SP
2018**

A IMPORTÂNCIA DA MUDANÇA DE LAYOUT E A IMPLANTAÇÃO DO PDU (PONTO DE USO) NO SETOR DA FÁBRICA.

JULIO CESAR SILVA - FAAG¹

MATEUS RODRIGUES - FAAG²

CORNÉLIO LUIZ MARCHIZELLI - FAAG³

RESUMO

As empresas estão inseridas em um cenário altamente competitivo e, buscam melhorar continuamente seus produtos e serviços a fim de garantir máxima eficiência operacional e fidelização de seus clientes.

Para isso, exigem um melhor aprimoramento das práticas de melhoria na área de manufatura, onde o arranjo físico assume um papel importantíssimo dentro da organização.

Este estudo de caso teve como objetivo de demonstrar a importância da mudança de layout como uma forma de maximizar os resultados e minimizar os desperdícios.

Palavras Chave: Layout. MFV. Ponto de Uso.

ABSTRACT

The companies are inserted in a highly competitive scenario and seek to continuously improve their products and services in order to ensure maximum operational efficiency and customer loyalty.

To do this, they require a better enhancement of the improvement practices in the manufacturing area, where the physical arrangement plays an important role within the organization.

This case study has objective to demonstrate the importance of changing layout as a way to maximize results and minimize waste.

Keywords: layout. MFV. Point of Use

1 INTRODUÇÃO

O conceito deste estudo de caso é desenvolver uma nova metodologia de trabalho a fim de aumentar a produtividade com a mudança do layout e a implantação do PDU (Ponto de Uso) afim de eliminar os desperdícios dentro do setor. Levando em consideração a necessidade de aumentar a produtividade.

¹ Graduando em Engenharia de Produção na Faculdade de Agudos

² Graduando em Engenharia de Produção na Faculdade de Agudos
Professor orientador Cornélio Luiz Marchizelli

Oliveira (2011) afirma que o dimensionamento correto de qualquer layout pode vir a contribuir e muito para as organizações:

- a) Proporcionar um fluxo de comunicação entre as unidades organizacionais de maneira eficiente, eficaz e efetiva;
- b) Proporcionar melhor utilização da área disponível da empresa;
- c) Tornar o fluxo de trabalho mais eficiente;
- d) Proporcionar a redução da fadiga do funcionário no desempenho da tarefa, incluindo o isolamento contra ruídos;
- e) Ter um clima favorável para o trabalho e o aumento da produtividade.

Elmaraghy (2006) e Irany Huang (2006) relatam que os layouts se adaptam as necessidades das áreas de produção, sejam elas: alterações do mix de produtos, volume produtivo, quantidade da demanda, ciclo de vida mais curta dos produtos, a minimização das distâncias percorridas e a maximização da cadeia produtiva.

Para Slack et al. (2002) layout de operação produtiva nada mais é, do que a preocupação com a localização física dos recursos transformadores dentro do processo. Os autores Ritzman e Krajewski (2004) consideram que o planejamento do layout envolve decisões estratégicas sobre a disposição dos centros de atividades econômica de uma organização e, ainda definem como centro de atividade econômica, qualquer coisa que utiliza espaço físico como: uma pessoa, um grupo de pessoas, um balcão de um caixa, um equipamento ou uma máquina, uma bancada de trabalho etc...

2 DESENVOLVIMENTO

A empresa selecionada se encontra instalada no interior de São Paulo atuando há mais de 30 anos no mercado na fabricação de peças aeronáutica, com mais ou menos 82.000 metros quadrados de área construída e uma equipe de 1620 empregados. Atuando em diversas áreas dentro da organização, atendendo clientes nacionais e internacionais.

O setor interno estudado possui 36 colaboradores divididos em 2 turnos de 8 horas cada. Em que são responsáveis pela produção diária de pequenas peças de aço, alumínio e titânio.

Toda a carga diária é disponibilizada pelo PCP (Planejamento e controle da Produção) de acordo com a capacidade produtiva. Onde o PCP disponibilizava uma carga de 1.500 peças por dia.

No setor relatado observamos que o mesmo estava passando por dificuldades de atendimento produtivo, gerando atraso no processo, devido o layout não adequado e maior movimentação dos colaboradores dentro do setor.

Através da observação da equipe, foi constatado que a maior parte dessa movimentação era gerada pela busca dos materiais disponíveis no kanban, onde os colaboradores saíam de seus postos de trabalho para pegarem o material necessário para realizarem suas respectivas montagens.

Observou-se também material com pagamento incorreto, material misturado com outros tipos de materiais, falta de pagamento de material, perda de cartão e falta de acionamento dos cartões kanban por parte dos colaboradores.

Figura 1- Demonstra mais um problema encontrado

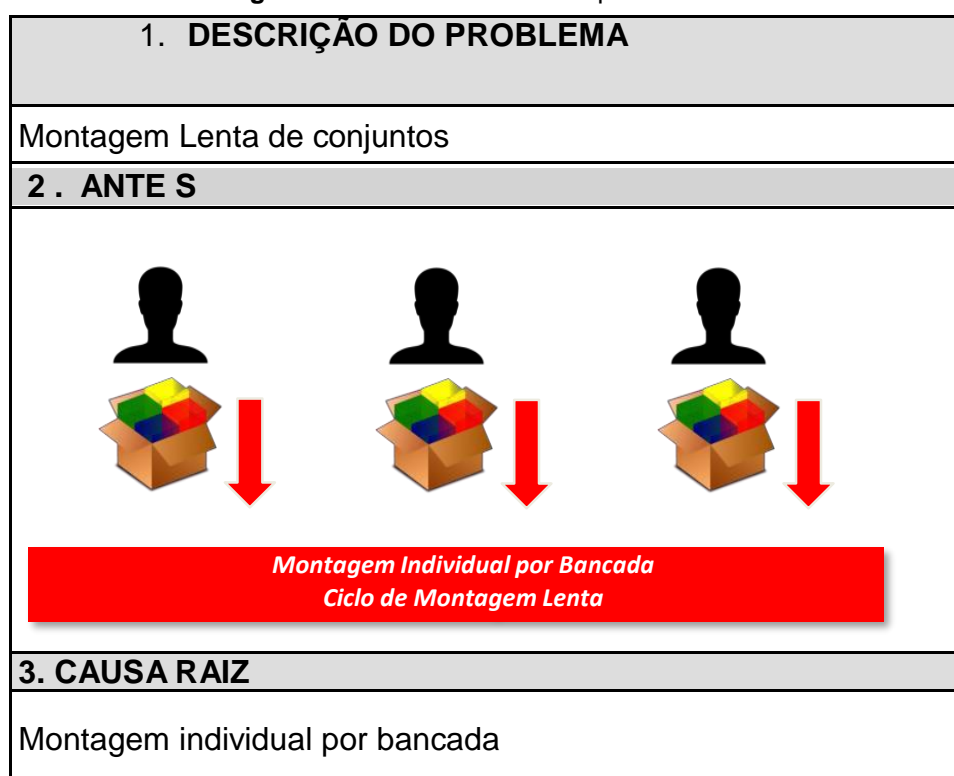


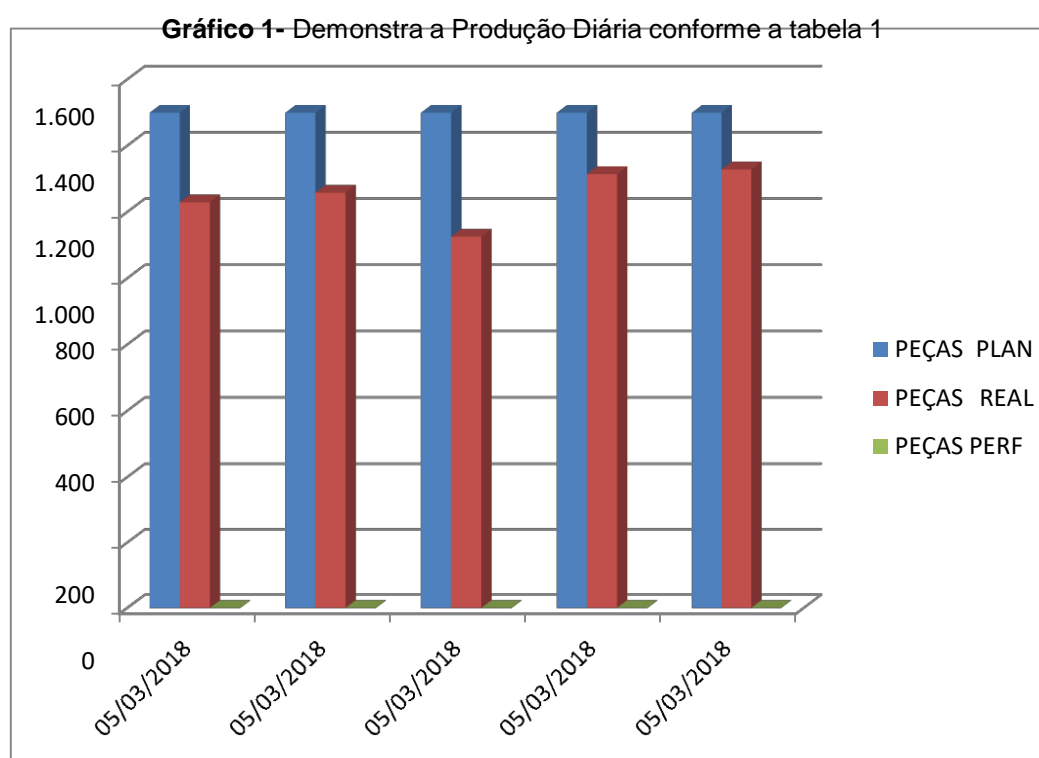
Figura 1: Fonte: Desenvolvimento Estratégico da Empresa

Mas com os problemas relatados acima esse atendimento da carga diária, estava gerando uma ineficiência produtiva dentro do setor e, também um acúmulo de peças não acabadas.

Foi realizado um acompanhamento da produção diária, durante uma semana conforme demonstrado na tabela 1. Onde calculamos o tempo takt em minutos.

PRODUÇÃO DIÁRIA						
	DATA	05/03/2018	06/03/2018	07/03/2018	08/03/2018	09/03/2018
PEÇAS	PLAN	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
	REAL	1.230	1.259	1.126	1.315	1.329
	PERF	82%	84%	75%	88%	89%
TAKT	PLAN	12	12	12	12	12
	REAL	14	13,7	15,3	13,1	13

Tabela 1: Fonte: Desenvolvimento Estratégico da Empresa



Fonte: : Desenvolvimento Estratégico da Empresa

Tempo takt é uma palavra alemã que significa cadência, ritmo de música. É utilizada no conceito lean para indicar o ritmo a ser dado à produção.

Trabalhar dentro do tempo takt significa trabalhar dentro do tempo que possibilite entregar todos os produtos ou serviços no prazo acordado com a conexão de saída.

Para se calcular o tempo takt é preciso conhecer o tempo de produção disponível e a demanda de conexão de saída.

Para encontrar o tempo takt proposto pelos autores Rother e Shook (2003 p. 44), devemos calcular o tempo disponível por turno dividido pela demanda do cliente.

Exemplo: $27.600 \text{ s} / 460 \text{ peças} = 60 \text{ segundos}$

O layout demonstrado na figura 2 a seguir, é o layout funcional ou por processo. Analisando o layout podemos perceber a grande movimentação dos funcionários para buscar no kanban, o material necessário para suas respectivas montagens. E assim afetando o tempo takt programado pelo PCP (Planejamento e Controle da Produção).

Onde os mesmos trabalhavam em suas montagens do começo ao fim, sem divisão de operações. Depois de terminarem as montagens, levavam as peças até a parte de inspeção final, onde seriam novamente inspecionadas por um técnico da qualidade.

Figura 2- Mostra como era o Layout antes

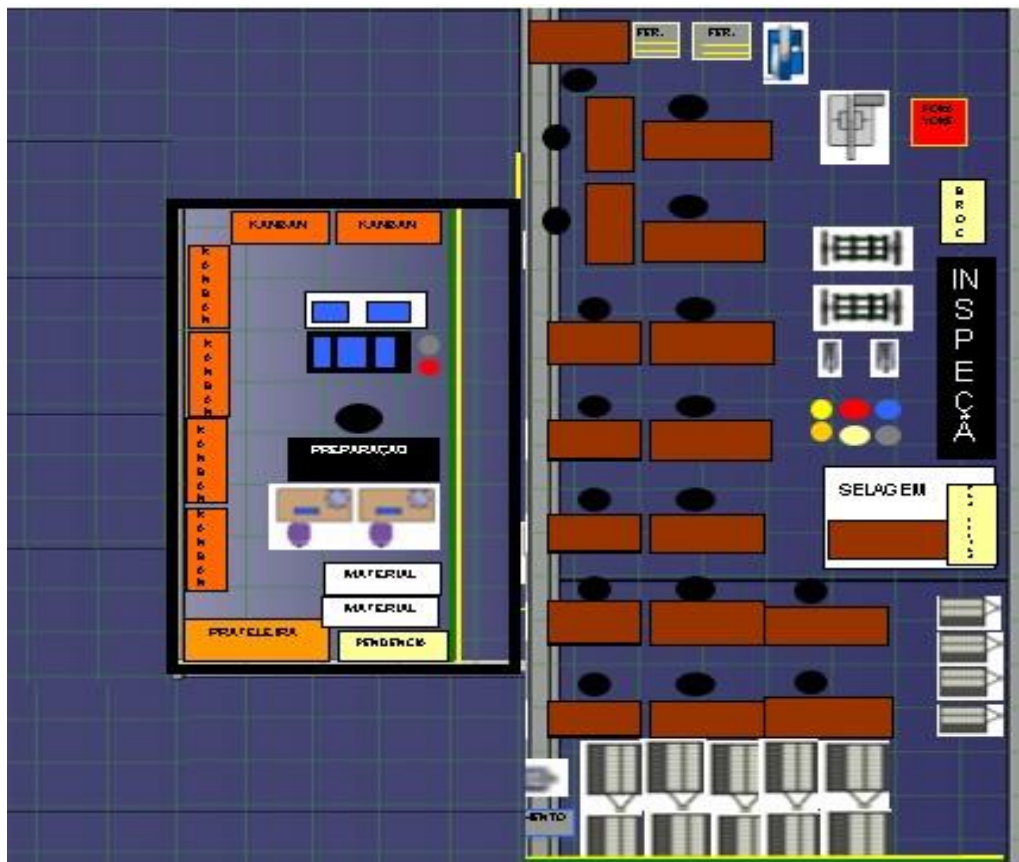


Figura 2: Fonte: : Desenvolvimento Estratégico da Empresa

Figura 3- Detalha mais essa Movimentação dos Operadores.



Figura 3: Fonte: : Desenvolvimento Estratégico da Empresa

Segundo Norman e Frazier (2012), “a eliminação dos desperdícios de todos os tipos é a forma fundamental do sistema Just in Time”.

A Tabela 2 abaixo lista e descreve esses desperdícios.

Tabela 2- Rumo à Eliminação do Desperdício na Manufatura

1. Superprodução. Faça somente aquilo que é necessário agora.
2. Espera. Coordene os fluxos entre as operações e equilibre cargas desequilibradas por meio de trabalhadores e equipamentos flexíveis.
3. Transporte. Projete layouts de instalações que reduzam ou eliminem o manuseio e embarque de materiais.
4. Produção Desnecessária. Elimine todos os passos de produção desnecessários.
5. Estoques de trabalho em processo. Elimine-os, reduzindo tempos de preparação, aumentando taxas de produção e fazendo uma melhor coordenação de taxas de produção entre centros de trabalho.
6. Movimento e esforço. Melhore a produtividade e a qualidade eliminando movimentos humanos desnecessários, torne os movimentos necessários mais eficientes, mecanize e depois automatize.
7. Produtos defeituosos. Elimine defeitos e inspeções. Faça produtos perfeitos.

Fonte: R. Hall, Attaining Manufacturing Excellence, p. 26. Homewood, IL: Dow Jones-Irwin, 1987.

2.1 Proposta para Aumentar a Produtividade do Setor

Como relatamos os problemas discutidos anteriormente, que o setor estava passando por dificuldades no atendimento de produção diária.

Foi proposto para a liderança 4 tipos de layout com adaptações e melhorias para atender as necessidades dos colaboradores. Também foi proposto para a liderança a necessidade de eliminar os kanban do setor produtivo afim de eliminar essas movimentações constantes.

Para eliminar os kanban discutimos e relatamos que haveria uma necessidade de comunicação/interface entre PCP (Planejamento e Controle da Produção) e logística de forma a otimizar o processo produtivo.

Passando para a logística a responsabilidade de separar toda a carga de peças e todo material necessário a ser produzido pelo setor. Conforme mostrado na figura 4 a seguir.

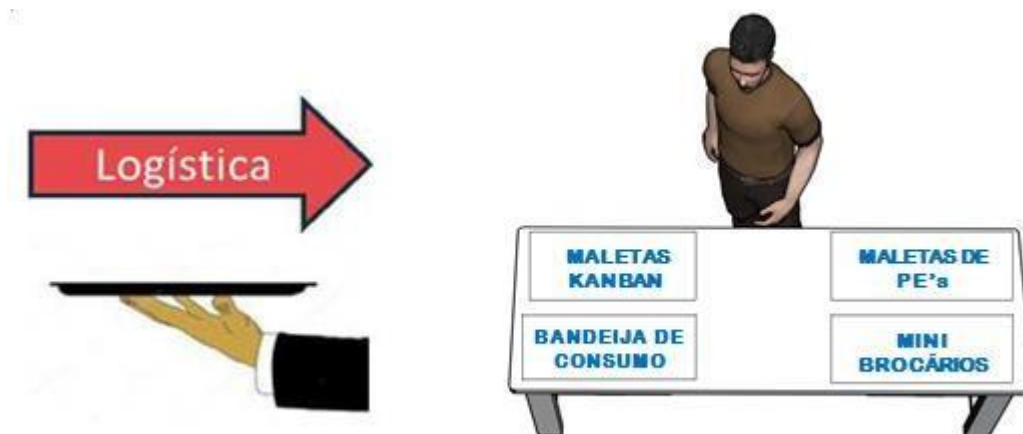


Figura 4: Fonte: Desenvolvimento Estratégico da Empresa

Pontos Positivos:

- ✓ Bandeja de peças próxima ao operador, sem necessidade de deslocamento;
- ✓ Facilidade do operador de encontrar e pegar o material que precisa;
- ✓ Logística administrando o material e o abastecimento.

Pontos Negativos:

- ✓ Pagamento feito com atraso, por parte da logística;
- ✓ Pagamento insuficiente dos materiais;
- ✓ Pagamento incorreto dos materiais.

2.2 Novo layout

Atualmente o setor trabalha com o layout celular, onde cada operador só realiza uma parte do processo e, assim passando para a próxima operação. Os kanban não existem mais no setor. Com a eliminação dos mesmos tivemos um ganho de 21 metros quadrados de área, utilizada para outros fins.

Figura 5 - Mostra como ficou o novo layout do setor

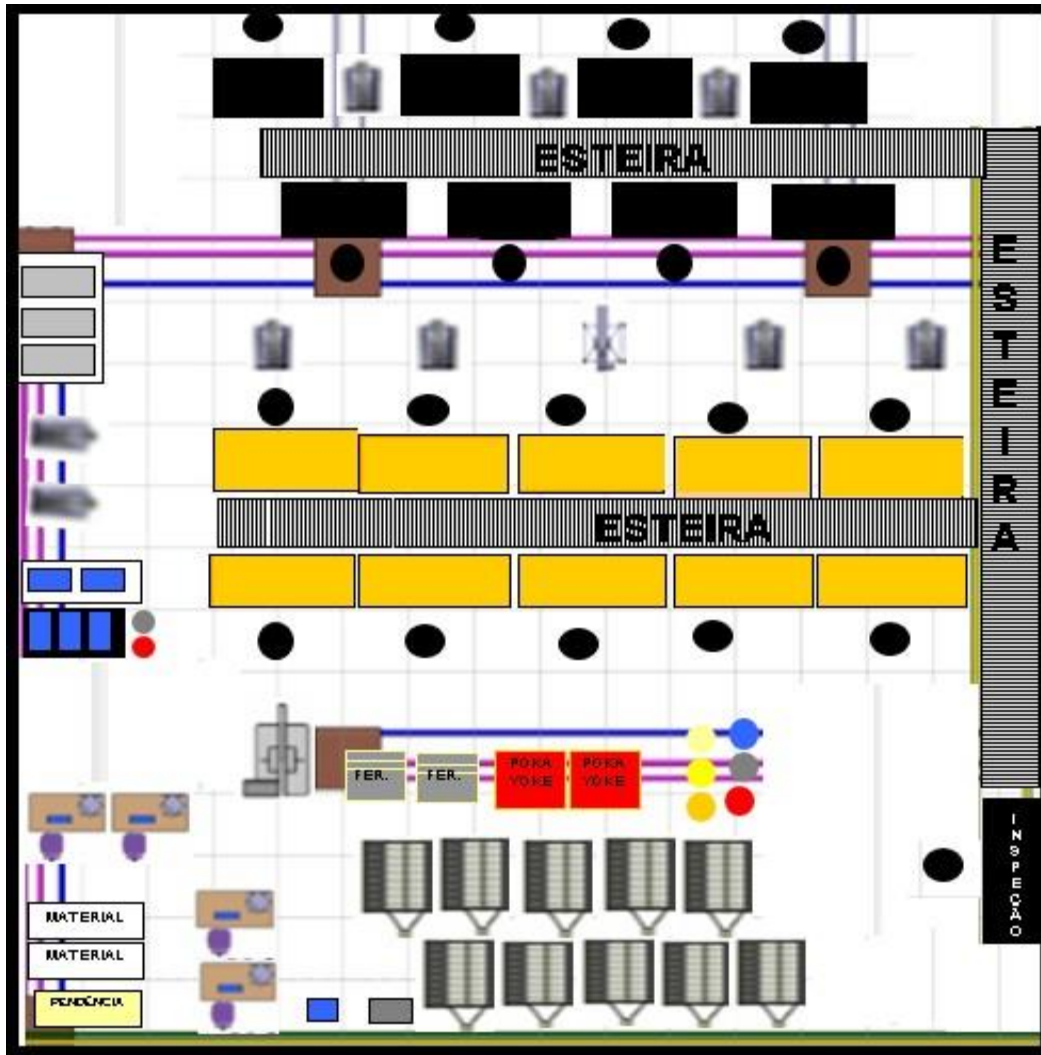


Figura 5: Fonte: Desenvolvimento Estratégico da Empresa

Com todas essas mudanças no setor, tivemos um aumento considerável na produção diária conforme tabela 3 abaixo.

PRODUÇÃO DIÁRIA						
	DATA	04/06/2018	05/06/2018	06/06/2018	07/06/2018	08/06/2018
PEÇAS	PLAN	1.800	1.934	2.036	2.100	2.374
	REAL	1.800	1.934	2.036	2.100	2.374
	PERF	100%	100%	100%	100%	100%
TAKT	PLAN	9,6	8,9	8,5	8,2	7,2
	REAL	9,6	8,9	8,5	8,2	7,2

Tabela 3: Fonte: Desenvolvimento Estratégico da Empresa

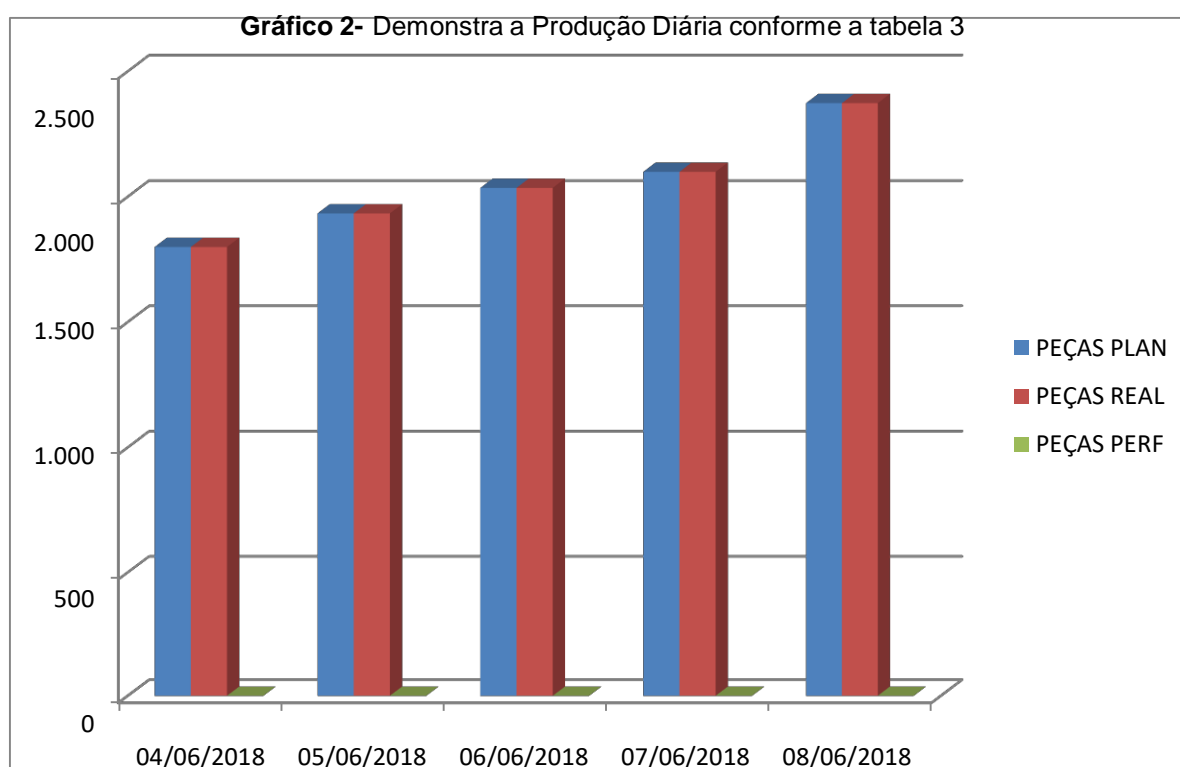


Gráfico 2: Fonte: Desenvolvimento Estratégico da Empresa

3. Mapeamento do fluxo de valor

Todas as empresas que buscam melhorias em seus respectivos processos de manufatura enxuta, devem olhar para o mapeamento do fluxo de valor. Conforme Rother e Shook (2003), entende-se como fluxo de valor toda ação necessária ou, seja agregando valor ou não no processo, onde movimentamos um produto por todos os fluxos essenciais a cada produto, podendo ser o fluxo de produção, desde a matéria-prima até o bem/produto acabado ao consumidor final; ou do projeto, da sua concepção até o lançamento de um novo produto.

Mapeamento do Fluxo de Valor é uma ferramenta qualitativa de produção enxuta amplamente usada com o objetivo de eliminar desperdício ou *muda* (desperdício, em japonês). O desperdício em muitos processos pode chegar a 60 por cento. O mapeamento do fluxo de valor é útil porque cria um “mapa” visual de cada processo envolvido no fluxo de materiais e informações na cadeia de valores de um produto. Esses mapas consistem em um *desenho de estado atual*, um *desenho de estado futuro* e um plano de implementação. O mapeamento do fluxo de valor abarca a cadeia de valor inteira, do recebimento de matérias-primas da empresa a entrega do bem acabado ao cliente. (KRAJEWSKI et al. 2009, p. 298).

“O mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta que utiliza papel e lápis e o ajuda a enxergar e entender o fluxo de material e informação na medida em que o produto segue o fluxo de valor.” (Rother e Shook, 2003. p.4)

Mapas de fluxo de valor estendido podem ser desenhados para os produtos correntes ou para os produtos futuros que estejam sendo planejados. A única diferença é que o mapa do “estado atual” para um item em produção mostra as condições como elas existem no presente, enquanto que o mapa do “estado atual” para um produto novo adota a abordagem “negócios como de costume”, para fazer o produto comparado aos de “estado futuro” e de “estado ideal” alternativos, com menos desperdícios e menor tempo de resposta. (JONES e WOMACK, 2004, p. 01).

Para Rother e Shook (2003) O mapeamento do fluxo de valor tem a função de identificar os tempos de cada processo produtivo, o espaço percorrido pelos produtos, as restrições no processo, as dificuldades de fabricação/montagem e os desperdícios de tempo e material. O mais importante é saber observar que a análise desses aspectos deve ser feita da forma mais compatível com a realidade.



Figura 6: Representação do Fluxo da Produção.
Fonte: ROTHER E SHOOK (2003).

Segundo Rother e Shook (2003) O fluxo da produção representa o movimento dos materiais dentro da fábrica enquanto o fluxo de informação informa a cada processo o que produzir ou o que fazer em seguida. Portanto o fluxo de materiais é o mais visível e o mais abordado nos programas de melhoria contínua, enquanto na produção enxuta o fluxo de informação deve ser tratado com a mesma importância quanto ao fluxo de materiais. De acordo com Rother e Shook (2003, p.5), “Para criar um fluxo que agregue valor, você precisa de uma “visão”. Mapear ajuda você a enxergar e focar no fluxo com uma visão de um estado ideal ou melhorado”.

Segundo Pires (2008), O Mapeamento do Fluxo de Valor está direcionado e focado para: otimização dos resultados e padronização dos processos envolvidos dentro de um sistema de produção e, direcionam suas análises para o dimensionamento dos tempos de fabricação. Podemos verificar isto através dos esforços sugeridos pelo método para que se reduza o lead time e para que se produza de acordo com o tempo takt-time, formando assim um fluxo contínuo (sem paradas). Um aspecto fundamental que se destaca para o entendimento do Mapeamento do Fluxo de Valor, são os fluxos de materiais e de informação. Na figura 6 estão representados os fluxos de materiais e de informação, que interagem com o fluxo da produção como um todo.

Conforme Kach et al (2014), para mapearmos os fluxos de valor e ter um bom entendimento do Mapeamento do Fluxo de Valor devemos utilizar ícones e símbolos

padronizados para mapear os estados, atual e futuro dos processos. Eles se dividem em três categorias: fluxo de material, fluxo de informação e ícones gerais, conforme está demonstrado na Figura 7.

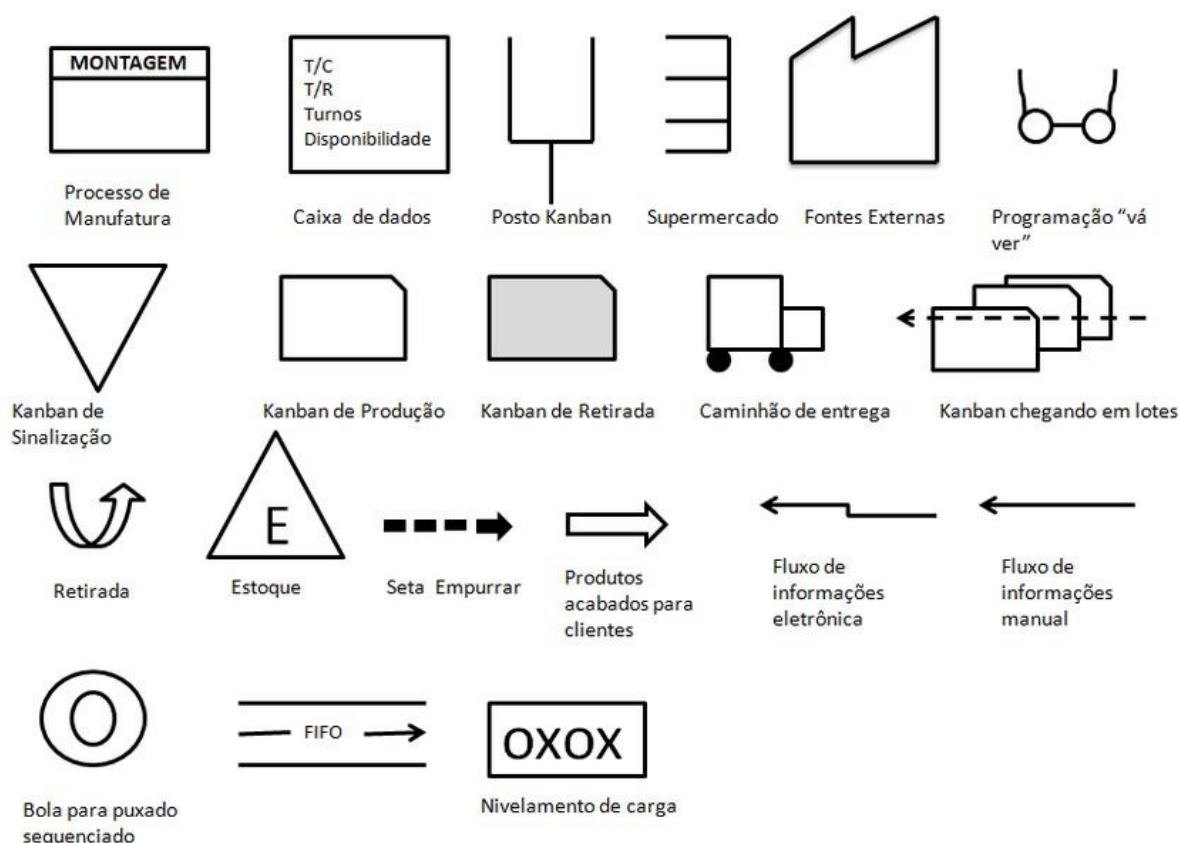


Figura 7: Ícones Utilizados no Mapeamento do Fluxo de Valor
Fonte: MIKE ROTHER E SHOOK (2003).

Conforme Rother e Shook (2003), o mapeamento do fluxo de valor deverá ser representado por meio de ícones e figuras, conforme verificado serão necessários para construirmos o mapa de valor, que nos informam tudo que acontece através da transformação da matéria-prima em uma peça acabada. Demonstrado na figura 7.

Segundo Oliveira (2005), não devemos escrever extensos relatórios, mas se faz necessário uma definição dos processos por meio de figuras representativas, que nos orientam a identificar os principais pontos, como: transporte de matéria-prima, insumos, produtos, identificação de kanban, estoques, mercados, sistemas de informação eletrônicos ou manuais, formas de solicitação, pessoas, clientes, células ou postos de trabalho, descrição dos resultados através do segmento de cronograma, tabelas de dados, kanban de sinal, inventário, que são as ferramentas de apoio a implantação e sucesso do mapeamento do fluxo de valor.

Segundo Kach et al (*apud* SHINGO, 1996), no momento em que se tem o dado real, inicia-se o planejamento do mapa futuro. Este processo deverá ser baseado na aplicação de ferramentas da qualidade e de controles de produção, focando o menor custo para a adequação do sistema. A readequação ou enxugamento da linha produtiva poderá exigir investimentos de acordo com a condição atual encontrada, mas o ganho após sua implementação será muito superior. A forma mais simples de alteração deverá ser aplicada de modo que seja eficiente para extinguir todas as falhas identificadas, devendo ainda avaliar o custo- benefício desta implementação. A principal aplicação será a mudança de layout, em que as células serão remanejadas, caminhos alterados, estoques eliminados, criação de mercados e utilização de outras ferramentas dos sistemas de qualidade, de acordo com o segmento produtivo, que irão dar apoio a esta transformação e manutenção da mesma.

Para Oliveira (2005), a forma mais correta para montar um mapeamento é a de seguir e observar um determinado conjunto ou componente, família de peças, desde a entrada da matéria-prima na organização até a sua saída, na expedição. Toda essa análise deverá ser imparcial, identificando de forma categórica todas as variáveis possíveis que poderão estar agregando/gerando custo ao produto final.



Figura 8: Etapas Iniciais do Mapeamento do Fluxo de Valor
Fonte: MIKE ROTHER E SHOOK (2003).

De acordo com Rother e Shook (2003), o mapeamento do fluxo de valor segue as etapas inicialmente mostradas na figura 8 . Como mostrada na figura a etapa do desenho do estado futuro está em destaque porque sua meta é projetar e introduzir um fluxo enxuto de valor, desta forma sendo o mais importante. Primeiramente será desenhado o mapa de estado atual e as setas entre os estados atual e futuro têm duplo sentido, nos indicando que o desenvolvimento dos estados são esforços superpostos.

Para o estudo do mapa futuro temos como base o mapa atual, que nos mostrará o que devemos modificar ou alterar. Para isso devemos dar a devida importância as informações colhidas no chão de fábrica onde o conhecimento se encontra. Pois este projeto deverá sempre que necessário ser elaborado por uma equipe de pessoas competentes e que conheçam realmente o Mapeamento do Fluxo de Valor, supervisionados e orientados por uma pessoa qualificada que através das informações colhidas definirá a melhor aplicação das técnicas de percepção das informações, com foco na redução dos desperdícios. (ROTHER E SHOOK, 2003).

Todo esforço para desenhar um mapa futuro para eliminar os desperdícios em toda a cadeia produtiva, após sua implantação em determinado espaço de tempo um novo ciclo continuará. Pois hoje chamado de “mapa futuro” amanhã será chamado de mapa “atual”. Afim de melhorar cada vez mais o processo produtivo através da melhoria continua para aumentar a qualidade dos produtos e a satisfação dos clientes.

Conforme Kach et al (*apud* Zayko, 2007), os desafios incluem se tornar pensadores sistêmicos e solucionadores de problemas rapidamente na gestão e fortalecimento do sistema empresarial para apoiar os clientes, na busca no equilíbrio com a natureza, focalizando em atingir a visão do estado ideal para os fluxos de produto e serviços, continuando a melhorar os custos, qualidade e níveis de serviço a excelência mundial e desenvolvendo a próxima geração de líderes e talentos que irão levar a empresa para um nível mais alto dentro da indústria e da sociedade cada vez mais exigente. Comenta ainda que, para que ocorra perfeição é necessário que o consumo ou as necessidades do cliente sejam atendidas.

4. Tipos de Arranjo Físico

Segundo Slack et al (2009), arranjo físico diz respeito ao posicionamento físico de todas as instalações desde equipamentos, máquinas e pessoal de

operações posicionados que transformam matéria-prima em produto acabado dentro da fábrica. Primeiramente é o que observamos ao entrar em uma fábrica.

A figura 9 abaixo nos mostra os tipos de layout a serem estudados e implantados pelas fábricas.

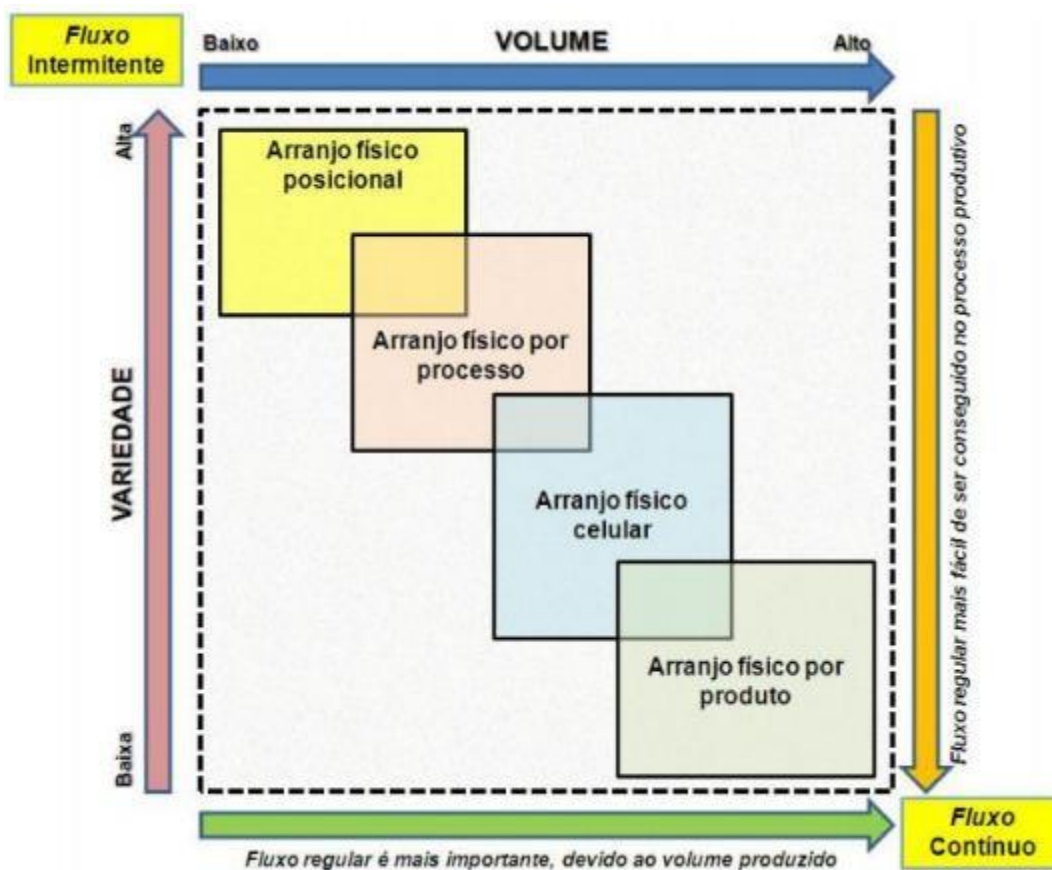


Figura 9

Para Martins e Laugeni (2006) os tipos principais de layout são: por processo ou funcional, em linha, celular, por posição fixa e combinados.

4.1 Layout por Processo ou Funcional

Todos os processos e os equipamentos do mesmo tipo são desenvolvidos na mesma área e também operações ou montagens semelhantes são agrupadas na mesma área. O material se desloca buscando os diferentes processos. O layout é flexível para atender a mudanças de mercado, atendendo a produtos diversificados em quantidades variáveis ao longo do tempo. Apresenta um fluxo longo dentro da fábrica, que é adequado a produções diversificadas em pequenas e médias quantidades. Este layout também possibilita uma relativa satisfação no trabalho.

(MARTINS e LAUGENI, 2006).

4.2 Layout em Linha

As máquinas ou as estações de trabalho são colocadas de acordo com a sequência das operações e são executadas de acordo com a sequência estabelecida sem caminhos alternativos. O material percorre um caminho previamente determinado no processo. É indicado para produção com pouca ou nenhuma diversificação, em quantidade constante ao longo do tempo e em grande quantidade. Requer um alto investimento em máquinas e pode apresentar problemas com relação a qualidade dos produtos fabricados. Para os operadores costuma gerar monotomia e estresse. (MARTINS e LAUGENI, 2006).

4.3 Layout Celular

Consiste em arranjar em um só local (a célula) máquinas diferentes que possam fabricar o produto inteiro. O material se desloca dentro da célula buscando os processos necessários. Sua principal característica é a relativa flexibilidade quanto ao tamanho de lotes por produto. Isso permite elevado nível de qualidade e de produtividade, apesar de sua especificidade para uma família de produtos. Diminui também o transporte do material e os estoques. A responsabilidade sobre o produto fabricado é centralizada e enseja satisfação no trabalho. (MARTINS e LAUGENI, 2006).

4.4 Layout por Posição Fixa

O material permanece fixo em uma determinada posição e as máquinas se deslocam até o local executando as operações necessárias. As máquinas são levadas até o produto a ser montado

É recomendado para um único produto, em quantidade pequena ou unitária e, em geral, não repetitivo. É o caso de fabricação de navios, grandes transformadores elétricos, turbinas, pontes rolantes, grandes prensas, balanças rodo ferroviárias e outros produtos de grandes dimensões físicas. (MARTINS e LAUGENI, 2006).

4.5 Layouts Combinados

Ocorrem para que sejam aproveitadas em um determinado processo as vantagens do layout funcional e da linha de montagem.

Pode-se ter uma linha constituída de áreas em sequência com máquinas de mesmo tipo como layout funcional, continuando posteriormente com uma linha clássica. (MARTINS e LAUGENI, 2006)

“ As escolhas de layout podem ajudar imensamente na comunicação dos planos de produto e prioridades competitivas de uma organização” (KRAJEWSKI et al., 2009, p. 260).

Para Pires et al (*apud* KAMARUDDIN, et al. 2013) O quadro 1 permite a comparação entre os quatro modelos básicos de arranjo físico, citando suas principais vantagens e desvantagens a partir da consolidação teórica desenvolvida. Apresenta, ainda, as características de cada modelo de *layout*, entretanto, a escolha do modelo ideal está diretamente ligada ao objetivo principal da organização no que diz respeito ao produto ou serviço que será realizado.

Quadro 1 – Vantagens e Desvantagens dos Modelos de Layout.

Modelo	Vantagens	Desvantagens
Linear	<ul style="list-style-type: none"> - Baixos custos unitários para altos volumes de produção; - Baixa quantidade de estoques de produtos em processamento; - Movimentação adequada de materiais. - Alta flexibilidade de mix e produto; - fácil supervisão de equipamentos e instalações; 	<ul style="list-style-type: none"> - Baixa flexibilidade de mix; - Trabalho repetitivo, prejudicando a moral e motivação dos colaboradores; - Alta dependência entre as atividades, sendo que a falha em uma etapa pode afetar todo o processo. - baixa utilização de recursos, maior ociosidade;
Funcional	<ul style="list-style-type: none"> - Facilidade no treinamento, visto que há menor quantidade de funções. - Trabalho em grupo incentiva motivação; - equilíbrio entre custo e flexibilidade para operações com alta variedade; 	<ul style="list-style-type: none"> - Maior estoque em processo; - Menor velocidade de movimentação; - Maior número de setup. - Possível dificuldade de adaptação dos operadores pela alta variedade de atividades;
Celular	<ul style="list-style-type: none"> - Maior facilidade no planejamento e controle da produção. - flexibilidade muito alta de mix e produto; 	<ul style="list-style-type: none"> - Alto custo para reconfigurar o arranjo; - Reduz níveis de utilização de recursos. - custos unitários muito altos;
Fixo	<ul style="list-style-type: none"> - Alta variedade de tarefas para a mão de obra; - produto ou cliente não movido. 	<ul style="list-style-type: none"> - Programação de atividade ou espaço pode ser complexa; - Pode exigir muita movimentação de máquinas e mão de obra.

Fonte: Gilson Pires da Rosa et al.,(2014)

5. Kanban

É um conceito ou método que autoriza a produção e a movimentação dos materiais no sistema Just in Time. Na língua japonesa significa um marcador (cartão, sinal, placa ou outro dispositivo) usado para controlar a ordem dos trabalhos em um

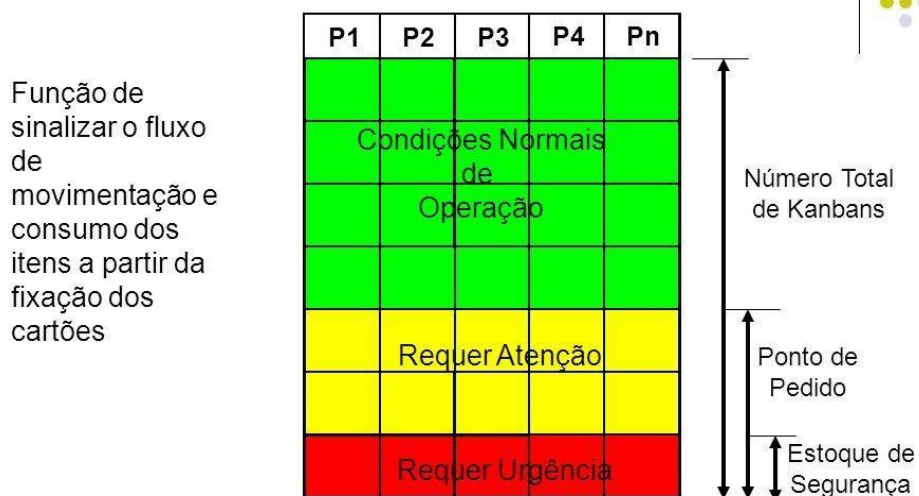
processo sequencial. O kanban é um sistema do Just in Time. Os dois termos não são sinônimos. O objetivo do sistema é assimilar a necessidade de mais material e assegurar que tais peças sejam produzidas e entregues a tempo de garantir a fabricação ou montagem subsequentes. (MARTINS e LAUGENI, 2006)

Um dos sistemas de produção mais difundidos – e o Sistema de Produção Toyota em particular – é o sistema kanban difundido pela Toyota. **Kanban**, que significa “ cartão” ou “registro visível” em japonês, refere-se aos cartões usados no controle do fluxo de produção em uma fábrica. No sistema kanban mais básico, um cartão é fixado em cada caixa de itens que foram produzidos. A caixa contém uma determinada porcentagem das necessidades diárias de um item. Quando o usuário das peças esvazia uma caixa, o cartão é removido dela e colocado em um painel. A caixa é levada para a área de armazenagem. O cartão a necessidade de produzir uma outra caixa da peça. Após a caixa ter sido reabastecida, o cartão é colocado nela, que então retorna para uma área de armazenagem. O ciclo inicia-se novamente quando o usuário das peças retira a caixa com o cartão anexado. (RITZMAN e KRAJEWSKI, 2004, p. 407; 408).

Na figura a seguir é mostrado como funciona o acionamento dos cartões em um painel kanban.

Figura 10- Quadro Kanban de acionamento de Cartões

Painel ou Quadro Porta Kanban



14

Figura: 10: Fonte: <https://br.pinterest.com/pin/59672763798331910/>

6 Conceito PDU - ponto de uso

O conceito PDU- Ponto de Uso refere-se ao pagamento de materiais em maletas kanban e carrinhos no local de trabalho. Esse conceito foi elaborado e implementado internamente pelo setor ,para substituir o Kanban do setor produtivo .

Essa metodologia de trabalho tem o objetivo de deixar o material que antes era pago no kanban de produção disponível ao lado do colaborador, tornando-o mais produtivo e assertivo. Afim de reduzir a movimentação dentro do setor.

Toda essa programação é uma parceria/interface entre PCP e Logística afim de maximizar a produtividade.

O setor responsável por analisar e separar a carga a ser produzida diariamente pelo setor é o PCP (Programação e Controle da Produção).

A logística através dessas informações que o PCP lhe passa faz o pagamento dos componentes necessários para a montagem das peças em maletas kanban e carrinhos kanban.

Está filosofia é baseada no conceito just in time.

Just in Time é a base do Sistema Toyota de Produção é a absoluta eliminação dos desperdícios dentro da organização. Onde significa que um processo de fluxo, as

partes corretas necessárias a montagem alcançam a linha de montagem no momento em que são solicitadas. (TAIICHI OHNO, 1997)

O sistema JIT tem como objetivos operacionais fundamentais a qualidade e a flexibilidade. Faz isso colocando duas metas de gestão acima de qualquer outra: a melhoria contínua e o ataque incessante aos desperdícios. A atuação do sistema JIT no atingimento desses dois objetivos dá-se de maneira integrada. Os objetivos de qualidade e flexibilidade, quando estabelecidos quanto ao processo produtivo, tem um efeito secundário sobre a eficiência, a velocidade e a confiabilidade do processo. (CORRÊA e CORRÊA, 2012, p. 593)

Segundo Ritzman e Krajewski (2004, p. 412)

Um sistema JIT envolve fluxos em linha para obter a produção de itens ou serviços de volume elevado e baixo custo. Trabalhadores e máquinas são organizados em torno de fluxos de produto ou serviço e dispostos em conformidade com a sequência de operações de trabalho. Com fluxos em linha, uma unidade de trabalho completada em uma estação é transferida quase imediatamente para a próxima estação, reduzindo o prazo de entrega e o estoque. A repetição do processo do processo torna mais visíveis as oportunidades para o aperfeiçoamento dos métodos. Os fluxos em linha dão suporte as estratégias de produção para estoque, serviços padronizados e montagem por encomenda.

Para Ritzman e Krajewski (2004, p. 412 - 413) “ Os sistemas just in time possuem muitas vantagens operacionais”:

- 🔗 Reduzem a necessidade de espaço;
- 🔗 Diminuem o investimento em estoque de peças compradas, matérias-primas, materiais em processo e produtos acabados;
- 🔗 Reduzem os prazos de entrega;
- 🔗 Aumentam a produtividade da mão-de-obra direta, indireta e do pessoal administrativo;
- 🔗 Aumentam a utilização do equipamento;
- 🔗 Reduzem papelada e requerem apenas sistemas de planejamento simples;
- 🔗 Determinam prioridades válidas para a programação;
- 🔗 Incentivam a participação da equipe de trabalho;
- 🔗 Aumentam a qualidade do produto ou serviço.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todos os esforços realizados para aumentar a produtividade e reduzir os desperdícios se tornam cada vez mais necessários e desafiadores. Esperando que as empresas encontrem soluções e recursos internos de melhoria contínua para se perpetuarem no mercado cada vez mais exigente.

Este pensamento de querer mudar nos ajuda a priorizar as melhorias de layout e nos processos, focando naquilo que realmente eliminam as atividades que não agregam valor ao produto final.

O objetivo desse trabalho foi identificar os problemas do atual layout e, propor uma mudança do mesmo e, implementar melhorias afim de tornar o setor da empresa mais eficiente e eficaz.

Uma das melhorias foi a implantação do PDU (Ponto de Uso) no setor, que trouxe uma vantagem competitiva para a empresa, satisfação dos funcionários e confiabilidade de entrega dos produtos por parte dos clientes internos e externos da organização.

O desenvolvimento do estudo está baseado nos cinco tipos de layout definidos pelos autores Martins e Laugeni (2006), que nos possibilitou um amplo conhecimento, obtendo uma visão crítica da estrutura interna do setor de produção, utilizada pela empresa.

Por outro lado, observamos desperdícios através do Mapeamento do Fluxo de Valor que estavam afetando e, prejudicando a performance de produção.

Concluimos que o layout celular implantando trouxe para o setor uma vantagem competitiva, confiabilidade, assertividade de entrega e o mais importante a satisfação dos funcionários e clientes.

8 REFERÊNCIAS

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A., **Administração de Produção e Operações**: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2012.

Disponível em: <https://revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/view/1126/583>

GAITHER, Norman; FRAZIER, Greg. **Administração da Produção e Operações**. 8ª ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012
<https://br.pinterest.com/pin/59672763798331910/> <<acesso em 15 Ago. 2018

IRANI, S. A.; ELMARAGHI, Hoda A. Cascading Flow lines and layout modules: practical strategies for machine duplication in facility layouts. **Internacional Journal of Flexible Manufacturing Systems**. v.17, n.2, 2006.

JONES, Daniel; WORMACK, Jammes. **Enxergando o todo mapeamento e fluxo de valor estendido**. 1ª Edição. São Paulo, 2004.

KACH, Sirnei Cesar *et al.* **Mapeamento do Fluxo de Valor: Otimização do Processo Produtivo sob a ótica da Engenharia da Produção**. <<Acesso em: 16 Nov. 2018>>Disponível em:
<https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos14/20520470.pdf>

KRAJEWSK, Lee J.; RITZMAN, Larry; MALHOTRA, Manoj. **Administração da Produção e Operações**, 8ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando Piero. **Administração da Produção**, 2ª ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção**: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de. **Sistemas, organização e métodos**: uma abordagem regencial. São Paulo: Atlas, 2011.

OLIVEIRA, Marcos Antônio de. **Documentação para sistemas de gestão**. Qualitymark, 1ª Edição – Rio de Janeiro, 2005

PIRES DA ROSA, Gilson *et al.* **A reorganização do Layout como Estratégia de Otimização da Produção**. UCS –RS/ BRASIL 2014. Acesso em: 30 Set. 2018.

PIRES, Rafael Tombesi. **Aplicação do Mapeamento de Fluxo de Valor em uma empresa do ramo metalúrgico**. Trabalho de diplomação de Engenharia de Produção e Transportes. UFRGS. Porto Alegre, 2008. <<Acesso em: 30 Set. 2018>>

RITZMAN, Larry P.; KRAJEWSKI, Lee J., **Administração da Produção e Operações**, São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004.

ROTHER, MIKE SHOOK, JOHN. **Aprendendo a Enxergar o Fluxo de Valor para Agregar Valor Eliminando o Desperdício**. 1ª ed. Rio de Janeiro, 2003

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. . 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2002.

FACULDADE DE AGUDOS - FAAG

**RICARDO ALEXANDRE TOBIAS PINTO
WITOR ABRAHÃO DA SILVA ROLI**

**A IMPORTÂNCIA E A ATUAÇÃO DO DEPARTAMENTO DE COMPRAS E
LICITAÇÕES EM UM ÓRGÃO PÚBLICO NA CIDADE DE AGUDOS**

**AGUDOS- SP
2018**

FACULDADE DE AGUDOS - FAAG

RICARDO ALEXANDRE TOBIAS PINTO

WITOR ABRAHÃO DA SILVA ROLI

**A IMPORTÂNCIA E A ATUAÇÃO DO DEPARTAMENTO DE COMPRAS E
LICITAÇÕES EM UM ÓRGÃO PÚBLICO NA CIDADE DE AGUDOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à Banca Examinadora do Curso Engenharia de
Produção, Faculdade de Agudos, sob
orientação do Prof. Zenildo Luiz de Abreu.

AGUDOS- SP

2018

**RICARDO ALEXANDRE TOBIAS PINTO
WITOR ABRAHÃO DA SILVA ROLI**

**A IMPORTÂNCIA E A ATUAÇÃO DO DEPARTAMENTO DE COMPRAS E
LICITAÇÕES EM UM ÓRGÃO PÚBLICO NA CIDADE DE AGUDOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Examinadora do Curso de Engenharia de Produção, Faculdade de Agudos - FAAG, sob orientação do Prof. Zenildo Luiz de Abreu.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Orientador Zenildo Luiz de Abreu

Prof. Marcia Regina Vazzoler

Prof. Marcos Daniel Gomes de Castro

Agudos, 03 de Dezembro de 2018.

Dedicamos este trabalho primeiramente a Deus que sempre esteve presente em nossas vidas, e as nossas famílias, que sempre nos motivaram e estiveram ao nosso lado quando precisamos.

AGRADECIMENTOS

Eu, Ricardo Tobias, gostaria de agradecer primeiramente a minha Mãe que sempre me ajudou e me incentivou a nunca desistir e a sempre buscar o melhor de mim mesmo.

Agradeço a minha namorada Natália, pois ela foi parte fundamental para a realização e conclusão deste trabalho.

Eu, Witor Roli, gostaria de agradecer a minha esposa Priscila e meu irmãos Geysa Michelle, Dayse Gabrielle e Lucas Michell por sempre me apoiarem nos meus passos.

Agradeço também a minha mãe que foi minha maior incentivadora e motivadora e sempre esteve ao meu lado quando precisei.

Agradeço também as minhas avós Narcisa e Nina e meu avô Antônio por serem grandes exemplos para mim.

Gostaríamos de agradecer a Deus por sempre estar em nossas vidas nos dando força e nos capacitando para concluir cada etapa e para nos tornarmos alunos e pessoas cada vez melhores.

Aos nossos professores ao longo do curso que tanto se empenharam para que eu pudesse ter uma educação de qualidade e concluísse o curso com o máximo de aprendizado possível, e ao nosso professor Zenildo Luiz de Abreu por ter sido nosso orientador e ter nos auxiliado na conclusão do nosso trabalho de conclusão de curso.

Agradecemos aos amigos que adquirimos ao longo do curso, que sempre nos retribuíram com ajuda quando tivemos dificuldades e participaram desta conquista conosco.

A Direção e Coordenação da Faculdade que sempre atenderam as solicitações feitas e estavam sempre dispostas a conversar.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo apresentar a importância da atuação da gestão no Setor de Compras da Prefeitura Municipal de Agudos – SP. O estudo da Atuação e Importância do Setor de Compras dentro da empresa relata a importância do setor de compras na organização. O setor de compras e licitações de um órgão público é de extrema importância e para que essa importância seja compreendida, foram abordados nesta pesquisa seus diferentes aspectos como por exemplo as etapas e processos, suas funções e tudo mais que seja pertinente para a compreensão do tema. Buscou-se através de ampla pesquisa bibliográfica elaborar uma base a respeito do assunto para então, através de observação no setor de compras da Prefeitura Municipal de Agudos, poder descrever o processo de licitação dentro do órgão público, passo a passo. Com o cumprimento dos objetivos que foram elaborados podemos concluir que é importante estabelecer sistemas avançados de Gestão para o controle administrativo, tendo como fundamental o setor de compra e licitações para controle de verbas do município.

Palavras-chave: Compras. Licitações. Órgão Público.

ABSTRACT

The present work aims to present the importance of the performance of the management in the Purchasing Sector of the Municipality of Agudos - SP. The study of the Acting and Importance of the Purchasing Sector within the company reports the importance of the purchasing sector in the organization. The procurement and bidding sector of a public agency is of extreme importance and for this importance to be understood, the different aspects of this research, such as the stages and processes, their functions and everything else relevant to the understanding of the subject . It was sought through extensive bibliographical research to elaborate a basis on the subject so that, through observation in the purchasing sector of the Municipality of Agudos, to be able to describe the bidding process within the public body, step by step. With the accomplishment of the objectives that have been elaborated we can conclude that it is important to establish advanced systems of Management for the administrative control, having as fundamental the sector of purchase and licitations to control funds of the municipality.

Key-words: Shopping. Bidding. Public Agency.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Fluxograma 1	Processo de licitação.....	36
Figura 1	Ficha de Cadastro de Pessoa Física	37
Figura 2	Ficha de Cadastro de Pessoa Jurídica.....	38
Figura 3	Cadastro de Fornecedores.....	39
Figura 4	Catálogo de Materiais e Serviços.....	40
Figura 5	Solicitação de Compras.....	41
Figura 6	Requisição de Compra.....	41
Figura 7	Requisição de Serviço.....	41
Figura 8	Cotação de preços: Cadastro.....	42
Figura 9	Cotação de preços: Registro.....	43
Figura 10	Formalização do Processo de Compras.....	44
Figura 11	Mapa do Brasil e Localidades do Sistema Assessor.....	45

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	Contextualização / Apresentação.....	13
1.2	Problema.....	13
1.3	Hipótese.....	13
1.4	Justificativa.....	13
1.5	Objetivos.....	15
1.5.1	<i>Objetivos Gerais.....</i>	15
1.5.2	<i>Objetivos Específicos.....</i>	15
1.6	Metodologia.....	16
1.6.1	<i>Método de Abordagem.....</i>	16
1.6.2	<i>Técnicas de Pesquisa.....</i>	16
2	SETOR DE LICITAÇÕES.....	18
2.1	Conceito de Licitação.....	18
2.2	Processo de Licitação.....	18
2.2.1	<i>Princípios.....</i>	18
2.2.2	<i>Vinculação ao Instrumento Convocatório.....</i>	19
2.2.3	<i>Modalidades de Licitação.....</i>	21
2.2.4	<i>Fiscalização.....</i>	22
3	FERRAMENTAS DE GESTÃO DE LICITAÇÃO.....	24
3.1	Benefícios do Software Para a Gestão de Licitação.....	24
3.1.1	<i>Software de Licitação.....</i>	24
3.1.2	<i>Mannesoft Winner.....</i>	26
3.1.3	<i>Vendas Governo.....</i>	27
4	SETOR DE COMPRAS.....	29
4.1	Conceito de Compras.....	29
4.2	Função do Departamento de Compras.....	29
4.3	A Importância do Setor de Compras.....	31
4.4	A informação no Setor de Compras.....	32
5	COMPRAS NO ÓRGÃO PÚBLICO.....	33
5.1	Compras no Órgão Público e no Órgão Privado.....	33
6	DESCRIÇÃO DE LICITAÇÃO.....	35

6.1 Setor de Compras e Licitações da Prefeitura Municipal de Agudos.....	37
6.1.1 <i>Processo de Compras no Setor.....</i>	37
6.1.2 <i>Assessor Público – Gestão de Compras e Licitações.....</i>	44
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48

1 INTRODUÇÃO

Atualmente vivemos em mundo totalmente modernizado, globalizado e consumista, sempre movido pelas compras e pelos gastos. Será que ocorre de forma diferente com uma empresa? E com o órgão público de uma cidade? Como já sabemos, a resposta é não. Tudo hoje em dia, para funcionar de forma perfeita precisa de uma compra bem-feita, isso se aplica quando falamos desde a gerencia da nossa casa, até o funcionamento de uma grande multinacional.

O processo de compras no setor público requer um conhecimento específico por parte daqueles que irão trabalhar nesse processo, por ser um processo muito importante para a cidade deve ser realizado de forma minuciosa e cuidadosa para que não seja feito de forma incorreta prejudicando todo o andamento da cidade.

Como vamos observar com o decorrer desta pesquisa, a grande diferença do departamento de compras de um setor público para um setor privado está no processo licitatório. Quando falamos em um setor privado, que dispõem de ampla liberdade para realizar suas compras, tudo aquilo que a lei não os proibir eles podem fazer. Já no setor público o processo de licitação existe para garantir que as compras sejam feitas seguindo apenas aquilo que está dentro da lei como por exemplo o princípio de impessoalidade, o que impede o setor de comprar de uma empresa de sua preferência. O processo e o setor de licitação existem para garantir que as compras sejam feitas de forma justa e também para garantir que os produtos sejam comprados pelo melhor preço.

Primeiramente foi falado sobre o setor de licitações, como funciona, os princípios a serem seguidos, a definição de licitação e qual a sua importância. Depois disso foi a vez do setor de compras, definição, sua importância, sua função, como a informação deve ser passada dentro desse setor para que não haja erro. Então falamos sobre o setor de compras no órgão público e comparamos o seu funcionamento com o setor de compras em um órgão privado. Finalmente foi descrito um processo de licitação de um órgão público, suas etapas e como cada uma ocorre, depois da descrição foi elaborado um mapa conceitual para que completar o entendimento do que foi explicado.

Ao final do trabalho destacou-se os pontos mais importantes e as conclusões a que podemos chegar com toda a pesquisa.

1.1 Contextualização/ Apresentação

A importância e a atuação do departamento de compras e licitações, no controle e gestão dentro de um órgão público instalado na cidade de Agudos.

1.2 Problema

Como o setor de compras e licitações influencia os demais setores de uma organização?

1.3 Hipótese

Partimos inicialmente da hipótese de que o setor de compras e licitações é uma parte fundamental dentro de uma empresa, organizando o setor tendo controle do que é comprado, gerando redução de gastos desnecessários e economia.

Com isso podemos entender também que assim como o controle das mercadorias que a empresa necessita, a gestão e controle das informações referentes a compras e aquisição de produtos e materiais dentro de uma organização também devem ser muito bem executadas e também passam pelo setor de compras e licitação.

1.4 Justificativa

Este tema se justifica pela importância que o setor de compras e licitação tem dentro de qualquer empresa, é um dos setores mais importantes porque é através dele que cada setor dentro das empresas faz as compras de produtos e materiais que elas necessitam.

A função compra é um processo mais amplo e complexo do que se imagina e envolve a todos os setores de um órgão ou organização. Para que o setor tenha um bom desempenho ele necessita da ajuda de outros da organização como

por exemplo o setor de desenvolvimento de produtos e a área financeira para que as compras realmente sejam benéficas para a empresa (ARNOLD, 1999).

O setor de compras necessita ter acesso direto a informação vinda da alta gerência para que possa atuar de forma estratégica. A falta de comunicação direta entre os setores da empresa impede que as informações estratégicas sobre o mercado sejam trabalhadas pela gerência. O órgão de compras, que constitui o elemento de ligação entre a empresa e seu ambiente externo, é o responsável pelo suprimento dos insumos e materiais necessários ao funcionamento do sistema empresarial (CHIAVENATO, 1991, p. 100).

Pode-se dizer que o departamento de compras tem como missão perceber as necessidades dos produtos e serviços de uma empresa, assim o departamento se torna responsável por todo o planejamento dessa compra, desde a entrega no tempo certo até a qualidade dos produtos que foram comprados (GAITHER & FRAZIER, 2001 *apud* CAMARGO, 2011).

“Os gastos com compras nas organizações representam em geral a maior parcela dos custos industriais, conseqüentemente a alavancagem do lucro a partir de redução dos valores comprados é bastante significativa.” (LEENDERS, 2006 *apud* NETO, 2008, p. 33).

O departamento de compras também tem a função de negociação de preços com os fornecedores. Através dessa negociação se encontra o fornecedor com o menor preço e assim poderá ser determinado o preço final do produto a ser comprado, aumentando a competitividade entre os fornecedores e o lucro e economia da empresa (MORAES, 2005).

Além de tudo isso, este tema se justifica pela curiosidade em conhecer melhor este setor do qual é tão pouco falado ou mencionado, mas que já podemos perceber em tão pouco tempo, a sua grande importância dentro de um órgão público, muitas vezes as pessoas nem sequer sabem que setor é esse ou que utilidade ele tem dentro de uma empresa, dessa forma nosso trabalho também se justifica pela necessidade de apresentar este setor àqueles que ainda não o conhecem e mostrar o quão importante ele é para o órgão público, para servir a população de Agudos.

1.5 Objetivos

1.5.1 *Objetivos gerais*

O objetivo dessa pesquisa é comprovar que o setor de compras e licitações é uma parte importante em uma empresa, organizando o setor tendo controle do que é comprado, gerando redução de gastos e economia.

Com isso podemos entender também que assim como o controle das mercadorias que a empresa necessita, a gestão e controle das informações referentes a compras e aquisição de produtos e materiais dentro de uma organização também devem ser muito bem executadas e também passam pelo setor de compras e licitação.

1.5.2 *Objetivos específicos*

Como objetivos específicos, essa pesquisa se propõe à:

- Fazer uma ampla revisão bibliográfica sobre o tema;
- Desenvolver uma visão a respeito de como funciona a gestão e o controle dentro do departamento de compras e licitações, influenciando as tomadas de decisões;
- Compreender o desenvolvimento das atividades necessárias para ter um bom gerenciamento e resultados desejados;
- Comparar o uso de ferramentas para gerar e controlar diferentes metodologias de trabalho para facilitar o entendimento de melhorias dentro da organização;
- Determinar métodos e realizar estudos de caso, pesquisas bibliográficas a fim de obter informações necessárias para obter uma visão mais ampla e compreensão dos dados;

1.6 Metodologia

1.6.1 Método de Abordagem

Abordaremos essa pesquisa a partir do método hipotético dedutivo. Tal método, proposto pelo filósofo austríaco Karl Popper, tem uma abordagem que busca a eliminação dos erros de uma hipótese. Faz isso a partir de uma resposta provisória ou hipótese, estabelece-se que situação ou resultado experimental nega essa hipótese e tenta-se realizar experimentos para negá-la. Assim, a abordagem do método hipotético-dedutivo é a de buscar a verdade eliminando tudo o que é falso (LAKATOS; MARCONI, 2003).

1.6.2 Técnicas de Pesquisa

- Documentação Indireta: É o levantamento de dados, consiste em realizar uma pesquisa em documentos pré-existentes;
- Pesquisa Documental: As fontes da coleta de dados para a pesquisa serão documentos escritos, ou não, de fontes primárias como por exemplo, teses universitárias, relatórios técnicos, artigos, etc.;
- Pesquisa Bibliográfica: Através da pesquisa bibliográfica o pesquisador passa a ter contato com tudo que já possa ter sido publicado sobre o determinado assunto;
- Documentação Direta: No caso da documentação direta, os dados são obtidos através da vivência e da experiência no local onde os fenômenos estão ocorrendo, esta dividi-se em pesquisa de campo e de laboratório, usaremos apenas a pesquisa de campo;
- Pesquisa de Campo: Aqui o pesquisador passa a obter as informações necessárias observando os fatos da maneira que eles ocorrem. A pesquisa de campo se divide em pesquisa quantitativo-descritiva, exploratória e experimental. Não faremos uso da experimental (GIL, 2007);

- **Quantitativo-descritiva:** Aqui as características dos fatos e fenômenos observados são analisados, podem ser utilizados questionários, entrevistas, formulários, etc., e depois é empregado procedimento de amostragem;
- **Exploratória:** Através da pesquisa exploratória o pesquisador formula questões ou problemas para que possam ser desenvolvidas hipóteses e para que o pesquisador possa ter um conhecimento maior sobre o assunto, dessa forma no futuro ele poderá realizar uma pesquisa precisa e tornar explícito seus conceitos;
- **Observação Direta Intensiva:** A observação direta intensiva também é realizada através de observação e inclui observação e entrevista.
- **Observação:** Na observação as informações são obtidas através das experiências sensoriais com os fatos que estiverem ocorrendo (visão, tato, audição, etc..). A observação é dividida em: observação assistemática, observação sistemática, observação não-participante, observação participante, observação individual, observação em equipe, observação na vida real e observação em laboratório. Nós faremos uso da observação sistemática, observação participante, observação individual, e observação na vida real, dessa forma observaremos varios aspectos do tema a ser abordado tendo uma maior vivencia e enriquecendo nossa pesquisa e assim tendo um resultado final bem estruturado (CERVO, 1996).

2 SETOR DE LICITAÇÕES

2.1 Conceito de licitação

A licitação é um procedimento administrativo que consiste em conseguir selecionar uma melhor proposta dentre várias apresentadas para a aquisição de produtos ou serviços solicitados pela Administração Pública. Tem por objetivo assegurar ao poder público a melhor contratação possível sendo realizada de forma transparente e sistemática (JUNQUEIRA, 2013).

Licitação é um procedimento administrativo destinado à seleção da melhor proposta dentre as apresentadas por aqueles que desejam contratar com a Administração Pública. Esse instrumento estriba-se na ideia de competição a ser travada, isonomicamente, entre os que preenchem os atributos e as aptidões, necessários ao bom cumprimento das obrigações que se propõem assumir (MARINELA, 2010, p. 315).

A licitação tem por finalidades viabilizar a melhor contratação selecionando a proposta que seja mais vantajosa, permitir através do princípio da imparcialidade que qualquer um que preencha os requisitos legais possa participar da licitação e promover um melhor desenvolvimento nacional (JUNQUEIRA, 2013).

2.2 Processo de Licitação

2.2.1 Princípios

A legalidade, a igualdade, a moralidade, a impessoalidade e a publicidade são 5 dos principais princípios de qualquer procedimento da Administração Pública. Seguindo esses 5 princípios, o administrador poderá realizar um processo licitatório de forma autorizada pela lei.

A legalidade estabelece que não existe crime, o princípio da legalidade se aplica aquilo que está dentro da lei, toda ação realizada de forma íntegra e legal ou que não esteja previsto em lei (BAROSSÍ, 2008).

A igualdade, ou isonomia, se trata de um princípio que afirma que todos são iguais perante a lei, independentemente de classe social, riqueza ou prestígio que essa pessoa ou empresa possui. Esse princípio se aplica na licitação de forma que

nenhuma empresa pode ser descartada por ter menos prestígio do que outra, seus lances e preços serão igualmente aceitos e analisados (BAROSSO, 2008).

A moralidade é um dos principais princípios que rege o Direito Administrativo Brasileiro. Este princípio impede que a Administração Pública se perca e se afaste da moral e exige respeito dos padrões éticos, decoro, boa-fé, honestidade, lealdade e probidade (SANTOS, 2015).

O princípio da impessoalidade nega o favoritismo, assim como a igualdade ele estabelece que deve haver imparcialidade na tomada de decisões em prol do interesse público. Dessa forma, as decisões são tomadas sem que a administração pública tome partido para contratar uma empresa devido a preferências particulares (BAROSSO, 2008).

A Administração Pública se balizará no princípio da impessoalidade para evitar a preferência por alguma empresa especificamente, cuja não observação implicaria prejuízo para a lisura do processo licitatório, e como consequência a decretação da nulidade do processo (BAROSSO, 2008, p. 1).

Por fim, o princípio da publicidade consiste no dever que a administração pública tem da divulgação oficial de seus atos, de forma a demonstrar transparência com o público já que a administração pública atua na coletividade. A divulgação do conteúdo para o público demonstra honestidade e confiança de uma administração que realiza seus processos de forma justa e legal (BAROSSO, 2008).

2.2.2 Vinculação Ao Instrumento Convocatório

Aqui estamos falando de um princípio básico e específico que acontece na licitação, o edital ou a carta convite. O Instrumento Convocatório nada mais é do que o meio através do qual as empresas poderão dar seus lances por seus produtos ou oferecer seus serviços até que a empresa com a melhor proposta seja contratada (NICHELE, 2007).

O Edital é o instrumento usado para que a divulgação do processo licitatório seja feita. É considerado a lei interna que rege a licitação pois firma a vinculação da administração e dos participantes às cláusulas que lhes serão impostas,

já que no processo licitatório não se pode exigir nada além do que estiver descrito no edital (VIEIRA, 200-?)

Depois que o edital é publicado, não se pode mais fazer alterações até que este chegue ao fim. Essa medida é tomada afim de garantir à moralidade e impessoalidade administrativa, bem como ao primado da segurança jurídica, salvo algumas exceções como por exemplo, se for constatado algum erro ou irregularidade no edital. Se for constatada uma irregularidade que possa prejudicar de alguma forma o resultado da licitação, este deverá ser cancelado e posteriormente será dado início a um novo processo licitatório (NICHELE, 2007).

No instrumento convocatório deve constar dia, hora e local de abertura, quem receberá as propostas e em quais condições elas devem ser apresentadas, os critérios que serão usados para analisar as propostas e descrição objetiva da finalidade da licitação, bem como quaisquer informações que o contratante julgar necessária para que seja feita uma licitação objetiva e transparente (NICHELE, 2007).

EMENTA: DIREITO ADMINISTRATIVO. LICITAÇÃO. EDITAL COMO INSTRUMENTO VINCULATÓRIO DAS PARTES. ALTERAÇÃO COM DESCUMPRIMENTO DA LEI. SEGURANÇA CONCEDIDA.

É entendimento correntio na doutrina, como na jurisprudência, que o Edital, no procedimento licitatório, constitui lei entre as partes e é instrumento de validade dos atos praticados no curso da licitação. Ao descumprir normas editalícias, a Administração frustra a própria razão de ser da licitação e viola os princípios que direcionam a atividade administrativa, tais como: o da legalidade, da moralidade e da isonomia. A administração, segundo os ditames da lei, pode, no curso do procedimento, alterar as condições inseridas no instrumento convocatório, desde que, se houver reflexos nas propostas já formuladas, renove a publicação (do Edital) com igual prazo daquele inicialmente estabelecido, desservindo, para tal fim, meros avisos internos informadores da modificação. Se o Edital dispensou às empresas recém-criadas da apresentação do balanço de abertura, defeso era à Administração valer-se de meras irregularidades desse documento para inabilitar a proponente (impetrante que, antes, preenchia os requisitos da lei). Em face da lei brasileira, a elaboração e assinatura do balanço é atribuição de contador habilitado, dispensada a assinatura do Diretor da empresa respectiva. Segurança concedida. Decisão unânime (STJ, MS Nº 5.597/DF, 1ª S., REL. MIN. DEMÓCRITO REINALDO, DJU 01.06.1998).

Acima de tudo, é preciso fazer um julgamento objetivo, de forma a impossibilitar qualquer tipo de análise subjetiva ou pessoal, o edital deve estabelecer de forma clara e precisa qual será o critério para a seleção da proposta, sendo eles: “menor preço”, “melhor técnica”, “melhor técnica e preço” e “maior lance” para o leilão,

não se admitindo a utilização de outros critérios, exceto no caso do concurso (NICHELE, 2007).

2.2.3 Modalidades de Licitação

Concorrência: é a modalidade de licitação entre quaisquer interessados. Durante a fase de habilitação preliminar os interessados devem comprovar que possuem o mínimo de qualificações exigidas no edital para cumprir o objetivo que se é esperado. A concorrência se faz obrigatória na compra e alienação de bens imóveis, nas concessões de direito real de uso, em licitações de âmbito internacional, em contratos de empreitada integral e nas concessões de obras ou serviços (MARINELA, 2015).

Art. 23. As modalidades de licitação a que se referem os incisos I a III do artigo anterior serão determinadas em função dos seguintes limites, tendo em vista o valor estimado da contratação: I - para obras e serviços de engenharia: a) convite - até R\$ 150.000,00 (cento e cinquenta mil reais); b) tomada de preços - até R\$ 1.500.000,00 (um milhão e quinhentos mil reais); c) concorrência: acima de R\$ 1.500.000,00 (um milhão e quinhentos mil reais); II - para compras e serviços não referidos no inciso anterior: a) convite - até R\$ 80.000,00 (oitenta mil reais); b) tomada de preços - até R\$ 650.000,00 (seiscentos e cinquenta mil reais); c) concorrência - acima de R\$ 650.000,00 (seiscentos e cinquenta mil reais) (MARINELA, 2015, p. 4).

Tomada de preços: é utilizada entre os interessados que estiverem devidamente cadastrados ou que estiverem de acordo com as exigências para o cadastramento em um prazo de até 3 dias antes da data que foi estipulada para receber as propostas. A tomada de preços se faz necessária em licitações de valor médio (MARINELA, 2015).

O que diferencia a tomada de preços das outras modalidades, essencialmente, diz respeito à necessidade de cadastramento prévio dos interessados, bem como do valor (compras e serviços de até R\$650.000,00 e obras e serviços de engenharia até R\$1.500.000,00) e prazos de publicidade do edital (ARTIGOS 22 E 23 DA LEI FEDERAL Nº 8666/93).

Convite: modalidade utilizada entre interessados do ramo que o objetivo da licitação está pedindo, independentemente se cadastrados ou não, são escolhidos e convidados pela unidade administrativa um mínimo de 3, a mesma se responsabilizará por encaminhar cópia do instrumento convocatório e este será estendido aos demais que estiverem cadastrados na devida especialidade e

manifestarem o interesse em participar num período de até 24 horas antes da apresentação de suas respectivas propostas (MARINELA, 2015).

Concurso: realizado entre quaisquer interessados que possam ser escolhidos para trabalhos técnicos, científicos ou artísticos. Aos vencedores serão instituídos prêmios ou remuneração mediante aquilo que estará descrito no edital que será publicado pelos meios oficiais de imprensa com um mínimo de 45 dias de antecedência (MARINELA, 2015).

Leilão: modalidade de licitação entre quaisquer interessados, é utilizada na venda de bens móveis que não são aproveitados pela administração, ou produtos que foram legalmente apreendidos ou penhorados. Também pode ser utilizado para a alienação de bens imóveis para aquele que fizer o maior lance, igual ou superior ao valor em que esse bem foi avaliado (MARINELA, 2015).

Pregão: modalidade nova que foi instituída com o objetivo de melhorar o processo de licitação. O pregão permite que a competitividade seja incrementada no processo de licitação, além de ampliar as oportunidades de participação nos processos licitatórios. Com essa modalidade, o processo de licitação se torna menos burocrático para que o processo seja cumprido, dessa forma as despesas são reduzidas e as aquisições e conclusão de licitações são realizadas de forma mais ágil e prática, buscando o melhor pelo menor preço. Por meio da realização do pregão podem ser adquiridos bens e serviços comuns cujos padrões de qualidade e definições de desempenho sejam previamente especificados por edital. Nesta modalidade não existe um limite de valor para o processo licitatório (MARINELA, 2015).

2.2.4 Fiscalização

A fiscalização é responsabilidade da administração pública que deve acompanhar efetivamente cada processo e etapa do processo licitatório, fazendo com que os principais princípios do processo como legalidade, moralidade e imparcialidade sejam cumpridos. A fiscalização não fica restrita ao órgão ou instituição que requisitou a licitação, mas também é responsabilidade de outros órgãos da administração

pública que sejam competentes como por exemplo, corregedorias, controladorias, tribunais de contas, bem como outros órgãos do ministério público e qualquer outro administrador (JUNQUEIRA, 2013).

3 FERRAMENTAS DE GESTÃO DE LICITAÇÃO

3.1 Benefícios Do Software Para A Gestão De Licitação

Os softwares como ferramentas na gestão da licitação são extremamente importantes e benéficos, com esse tipo de tecnologia podemos tornar os processos burocráticos da licitação mais rápidos e práticos. Com mais rapidez, teremos mais lucratividade e economia para as empresas. Além disso, com os softwares o acesso aos Diários Oficiais onde são publicados os editais e todas as informações necessárias àqueles que desejam participar da licitação (ZUCCO, 2018).

Dessa forma, pessoas interessadas obtêm informações claras relacionadas à idoneidade de quem se aplica aos processos, ou por exemplo: sobre ligações entre gestores de empresas com políticos e servidores (ZUCCO, 2018).

É importante compreender que a utilização dessas tecnologias se constitui em um benefício para três setores, a administração pública, as empresas privadas e a população (ZUCCO, 2018).

A administração pública, graças a competição e participação de empresas especializadas que se interessarem pela licitação. As empresas privadas, pois assim elas podem ter acesso mais rápido e fácil às informações que precisarem sobre qualquer processo licitatório em aberto, dessa forma aumentando sua margem de lucro e venda. A população que além de ser beneficiada através da prestação de serviços por parte do setor público, também terá um local de portal de transparência para fiscalizar como os governantes estão administrando a cidade (ZUCCO, 2018).

3.1.1 Software De Licitação

Esse programa funciona como facilitador de negócios para processos licitatórios. O software de licitações gerencia uma série de informações sobre os processos licitatórios abertos no país, mantendo-as separadas por tipo de produto. Para cada categoria o programa reúne as solicitações e faz cotações de preços automáticas com os fornecedores cadastrados (ZUCCO, 2018).

Esse sistema é interativo, prático e de utilização fácil permitindo que a divulgação dos editais abertos para licitação seja bem maior. Por meio de sua utilização as práticas de compras ilegais são minimizadas pois ele é destinado às empresas que forem participar da licitação com o objetivo de fornecer serviços ou materiais ao setor público solicitante, tornando todos processo claro e transparente (ZUCCO, 2018).

Sem a utilização do software, esse processo necessita de uma equipe que seja destinada somente para realizar estas tarefas de busca, análise, preparação e acompanhamento da licitação. A utilização do software possibilita as empresas que irão participar da licitação, possam economizar tempo na busca por editais, dessa forma ela pode se dedicar a analisar as oportunidades, dessa forma diminuindo os custos com mão de obra para a realização dessa atividade, além de gerar economia também para o licitante que não mais precisará de uma equipe para realizar o que o software faz (ZUCCO, 2018).

Esse sistema operacional realiza o acompanhamento de todas as etapas da licitação, além de monitorar as ofertas da concorrência e dar suporte para a sua formação de preços. Desta maneira, ele garante maior eficácia na participação desse processo e melhoria de resultados nas vendas da sua empresa (ZUCCO, 2018).

O programa possibilita a customização de acordo com o ramo da organização, sendo ele compatível com os diversos sistemas operacionais utilizados. Compacto e flexível, o sistema contempla de forma simples e integrada a racionalização e a agilidade dos processos licitatórios e administrativos, garantindo eficiência operacional e inteligência competitiva (ZUCCO, 2018).

O operacional proporciona agilidade na administração das seguintes etapas:

- Análise de editais;
- Análise de prazos;
- Execução de tarefas;
- Emissão de propostas e declarações;

→ Entrega de documentação;

→ Controle pós licitatório.

Segundo Zucco (2018), a área competitiva o software, através de filtros de produtos, regiões e representantes, organiza informações dos seus concorrentes no mercado, como:

→ Preços praticados;

→ Segmentação de serviços;

→ Regiões atendidas;

→ Market share.

3.1.2 Mannesoft Winner

É um software de gestão de licitações que ajuda a profissionalizar o setor e democratizar o acesso às licitações em larga escala ao empresariado brasileiro. Em um complexo mundo das concorrências públicas com foco em materiais, se faz necessário ter uma ferramenta que garanta organização através de tudo o que há de mais moderno e tecnológico. O sistema de gestão Mannesoft Winner controla a produção de propostas e documentos, monitoramento de preços praticados pela concorrência, dá suporte para formação de preços, painel de indicadores do mercado, estrutura para gerenciamento das atividades cotidianas e recursos que garantem o bom desempenho para a área de vendas ao governo.

“O Mannesoft Winner garante eficiência operacional e inteligência competitiva aos usuários do software. Se todas as empresas usassem a tecnologia e a maturidade empresarial focada em licitações, esse ambiente seria mais profissional, o que baixaria os custos governamentais, aumentaria a transparência nos processos e a sociedade ganharia. Chegamos ao momento de profissionalizar as relações entre público e privado” Luís Armando Dias - CEO Mannesoft, 2018.

De acordo com a Mannesoft Winner (2018), essa ferramenta possui diversas vantagens. Quando falamos em eficiência operacional, a mesma se mostra ágil na venda para o governo, arquiva documentos digitalizados de cada licitação,

realiza o envio digital da proposta e da documentação da licitação, emite um aviso de vencimento dos documentos, realiza gestão de contratos e empenhos e seu sistema é totalmente online.

O sistema possui inteligência competitiva e realiza o monitoramento de preços lançados pelos concorrentes, acompanhamento e histórico de atividades, integração com empresas de avisos e editais, gestão em múltiplas filiais e unidades e dashboards com indicadores gerenciais (MANNESOTT WINNER, 2018).

A empresa Mannesott Winner (2018) explica ainda que ele fornece informações competitivas como análise da concorrência, emite relatórios de desempenho das empresas e realiza mapeamento de produtos potenciais. Além é claro de análise de preços, concorrentes e demandas por meio da realização de relatórios de previsão de demanda e faturamento e histórico de licitações.

3.1.3 *Vendas Governo*

O Vendas Governo é um sistema online de gestão de licitações que foi feito para atender aos diversos cenários do processo licitatório de uma empresa atuando em seu controle e gerenciamento. Se trata de um sistema simples prático e eficiente de organizar os processos licitatórios, cujo objetivo é obter uma visão ampla das licitações para que a empresa possa ter um entendimento geral do assunto, diminuindo assim a perda de oportunidades que aparecerem para os negócios (VENDAS GOVERNO, 2014)

No Vendas Governo (2014), para atingir esses objetivos, o sistema inclui relatórios de visão macro e robôs que enviam alertas por e-mail e sms sobre os processos licitatórios que estiverem acontecendo e que precisam de uma atenção mais imediata. O sistema prioriza segurança e controla os perfis dos usuários que acessam o sistema, realizando uma liberação de IP mais confiáveis.

Sua funcionalidade é bastante versátil e conta com alertas por e-mail e sms, agenda diária, semanal e mensal, controle dos usuários e de documentos fazendo o bloqueio por IP do que for inconveniente. Possui um mural de avisos e permite que seus usuários realizem troca de mensagens e históricos das licitações.

Além disso ele realiza gerenciamento do status da licitação e acompanha os prazos que forem impostos (VENDAS GOVERNO, 2014).

Um diferencial desse sistema é que ele possui uma estrutura em nuvem que permite ser acessado remotamente de qualquer lugar onde a pessoa estiver. Com o mundo cada vez mais evoluído e cada vez mais conectado, as relações comerciais e econômicas exigem que a empresa tenha uma boa dinâmica e que suas informações sejam de fácil acesso, a qualquer hora e a qualquer lugar (VENDAS GOVERNO, 2014).

O Vendas Governo (2014) utiliza o sistema de nuvens Amazon, que está presente em todas as plataformas importantes por ser um sistema seguro que garante a segurança e proteção dos dados.

4 SETOR DE COMPRAS

4.1 Conceito de Compras

No dicionário a palavra “comprar” significa adquirir algo por dinheiro, mas tudo vai muito além disso. O Departamento de compras é aquele responsável pelo fluxo de materiais dentro da empresa, ele determina que materiais serão adquiridos, faz uma relação entre os fornecedores para que seja estabelecida a melhor proposta fazendo negociações, firma contratos designando ordens de compra e realiza o pagamento daquilo que precisava ser comprado. Além disso, o setor deve estabelecer um relacionamento amigável entre fornecedores e clientes (HOINASKI, 2017).

Dentre as atribuições do setor de compras estão a realização das cotações e ordens de compra, as negociações com os fornecedores, o recebimento e a comparação de propostas, entre outras. Sendo assim, é fundamental que a área seja composta por profissionais qualificados, que estejam alinhados com a visão da estratégia da sua empresa (BITTENCOURT, 2014, p.1).

É fundamental que a área seja composta por profissionais qualificados, que estejam alinhados com a visão da estratégia da sua empresa. Trata-se do setor que age em nome das atividades requisitantes, sendo que a sua principal atribuição é comprar o material certo, com o preço certo, na hora e na quantidade certas, da fonte certa (MARQUES, 2018).

4.2 Função do Departamento de Compras

Podemos entender que o departamento de compras é uma das principais engrenagens da empresa, devido ao seu papel de manter a empresa funcionando de forma a evitar que os materiais que empresa necessita venham a faltar ou atrasem para serem entregues, evitando que aconteça uma produção ineficiente, produtos de baixa qualidade e clientes insatisfeitos. O setor de compras influencia também na competitividade de mercado da empresa, pois as vendas externas que a empresa realiza, depende de boas compras serem feitas, isso influencia em suas transações com o mercado (MARQUES, 2018).

Segundo Marques (2018), a principal função do departamento de compras é conseguir comprar produtos de boa qualidade pelo menor preço que

conseguir para que a empresa possa ter maior lucro com menor custo. Através desta função o departamento faz com que toda a empresa funcione, ele age como parte fundamental de uma engrenagem fazendo com que toda a empresa gire, para que a empresa continue funcionando perfeitamente, seus lucros sejam cada vez maiores e para que a produção esteja sempre em dia, é imprescindível que o departamento saiba comprar.

O objetivo e as funções do departamento de compras, devem sempre andar em conformidade com os objetivos da empresa no geral, é importante que seja feito sempre o melhor para o cliente, seja ele interno ou externo. Outra função do departamento de compras é reduzir o número de problemas nos demais departamentos da empresa, Marques (2018) diz que para que isso ocorra da melhor maneira possível, é necessário dividir os objetivos das compras em quatro categorias que irão auxiliar na organização do fluxo de trabalho e nas demandas diárias. Essas quatro categorias são:

- Frente para obter mercadorias e serviços na quantidade e qualidade necessárias;
- Comparação de mercado para obter mercadorias e serviços ao menor custo;
- Empenho e organização de processos para garantir o melhor serviço possível e pronta entrega por parte do fornecedor;
- Desenvolvimento e manutenção de boas relações com os fornecedores e prospecção com novos fornecedores potenciais;

Depois que essa divisão é feita, deve-se pensar nos processos que sejam capazes de contemplar essas etapas que foram elaboradas, é preciso designar processos que acompanhem o desempenho das funções do setor seguindo uma lógica básica que:

- Determina as especificações de compra: qualidade certa, quantidade certa e entrega certa (tempo e lugar);
- Seleciona o fornecedor (fonte certa);

- Negocia os termos e condições de compra;
- Emite e administra os pedidos de compra.

Por fim, o departamento de compras também tem a função de manter um bom relacionamento com os fornecedores garantindo que as transações continuem sendo estabelecidas.

4.3 A Importância do Setor de Compras

O setor de compras se torna muito importante principalmente pela relação que cria com os fornecedores. Além de simplesmente exercer suas funções, o setor deve exercer suas funções com excelência e agir com eficiência, para que possa estar de acordo com os objetivos estratégicos organizacionais. Dessa forma o setor será parte da logística da empresa se integrando perfeitamente para poder participar das tomadas de decisões de forma eficiente e ativa (HOINASKI, 2017).

O setor de compras também é muito importante para garantir as melhores negociações, encontrar fornecedores adequados e manter a empresa abastecida. Garante as melhores negociações através da análise do histórico de negociações que a empresa já fez com determinado fornecedor, através dessa análise o setor tem autoridade para pedir um desconto melhor em alguma compra por exemplo. Para encontrar fornecedores adequados o setor realiza uma pesquisa de mercado, nessa pesquisa é determinado o custo-benefício dos produtos, ou seja, quanto a empresa irá gastar para compra-los, mas ao mesmo tempo analisando a qualidade e durabilidade, o benefício que aquele gasto trará. E por fim, não menos importante deve manter a empresa abastecida, garantindo que não falte nenhum material que seja essencial a rotina da empresa ou serviços que precisam ser feitos diariamente como limpeza por exemplo (BITTENCOURT, 2014).

O setor de compras também possui outras funções de extrema importância, são elas a negociação e controle de qualidade de insumos a serem adquiridos. A negociação é crucial para determinar o preço final de algum produto que está sendo adquirido, como falamos acima sobre o pedido de descontos, isso faz parte da negociação. Quando falamos em controle de qualidade de insumos estamos nos

referindo basicamente ao estoque, aqui a importância do setor de compras está em controlar os insumos de forma que os estoques de todos os demais setores da organização tenham uma boa margem de materiais para trabalhar, mas também atentando para que não ocorra excesso e desperdício de forma a acarretar despesas para a organização (HOINASKI, 2017).

4.4 A Informação No Setor de Compras

Sabemos que atualmente o mundo em que vivemos é completamente globalizado e cada vez mais desenvolvido, principalmente ao que diz respeito sobre tecnologia da informação. Com o setor de compras não pode e nem deve ser diferente, principalmente por se tratar de um setor que manterá a empresa abastecida (HOINASKI, 2017).

É importante que o setor possua um banco de dados atualizado das outras empresas que atuam como seus fornecedores contendo as informações mais importantes desses fornecedores sempre atualizada. Além disso, o profissional que trabalha no setor de compras, precisa estar informado e por dentro do ramo de atuação de sua empresa e qual a necessidade e importância desta atuação (HOINASKI, 2017).

Qualquer questão que envolva organização, atua diretamente nas finanças da empresa, seja para lucros ou despesas. Uma equipe e um setor que estejam devidamente atualizados e bem informados, conseqüentemente trará lucro para empresa devido a agilidade e rapidez para concluir seu papel (HOINASKI, 2017).

5 COMPRAS NO ORGÃO PÚBLICO

O departamento de compras desempenha um papel fundamental na realização dos objetivos da empresa sendo que sua missão é perceber as necessidades competitivas dos produtos e serviços, tornando-se responsável pela entrega no tempo certo, custos, qualidade e outros elementos na estratégia de operações, realizando a compra (GAITHER; FRAZIER, 2001).

Nesse sentido, “a compra é o momento da troca de valor, quando duas partes negociam a satisfação de suas expectativas” (GIGLIO, 2005, p. 143), na mesma linha a Lei 8.666/93, coloca que a compra corresponde a “toda aquisição remunerada de bens para fornecimento de uma só vez ou parceladamente” (BRASIL,1993), e “os Arts.14 a 16 da Lei 8.666/93 cuidam de estabelecer os parâmetros para as operações de compra, sendo a licitação a regra geral, e a dispensa e inexigibilidade, exceções” (MOTTA, 2005, p. 113).

No setor público o que diferencia é a necessidade do processo licitatório em meio a esse processo tradicional de compra, desse modo Palavéri (2005) explica que se um determinado setor da administração, verificar a necessidade de certo bem ou de determinado serviço, essa necessidade deverá se transformar em uma requisição na qual o setor requisitante descreverá de forma detalhada o que almeja, sendo esse documento encaminhado ao setor responsável pela realização da licitação.

Segundo Santos (2006) é essa requisição que dá início a compra propriamente dita, o autor salienta também que a requisição deve ser remetida as autoridades superiores para aprovação da despesa.

5.1 Compras no Órgão Público e no Órgão Privado

Podemos perceber com o decorrer da pesquisa que o setor de compras tem um papel fundamental na organização em que atua, sendo ela pública ou privada. Entende-se como licitação o processo de compras no setor público, e por administração de suprimentos o processo de compras no setor privado. Basicamente

o que diferencia o departamento de compras no setor público e no setor privado, é a existência da licitação no setor público (ROCHA, 2011).

Rocha (2011) explica que o departamento de compras no setor privado, estamos falando de função administrativa dentro da organização responsável por coordenar um sistema de informação e controle capaz de adquirir externamente bens e serviços na quantidade que a empresa necessita, sendo esses produtos de boa qualidade, na quantidade correta e de origem confiável. É importante ressaltar que as compras devem ser feitas no momento certo para que não haja falta nem excesso no estoque.

Segundo Rocha (2011), quando falamos do departamento de compras no setor público entra a parte da licitação, por licitação entende-se que será feito um processo administrativo através de uma estratégia legal. Enquanto no setor privado as empresas podem fazer tudo aquilo que a lei não proíbe, no setor público só se pode fazer o que está descrito em lei. Na licitação o produto é adquirido por meio de cotações, dessa forma só é possível que um fornecedor seja parceiro do setor público se ele oferecer sempre a melhor proposta, porque o processo de licitação deve seguir o princípio da igualdade e da impessoalidade, isso significa que qualquer empresa poderá participar da licitação sem que o setor público possa escolher ter preferência por uma ou outra.

Ambos os processos têm o mesmo objetivo, adquirir produtos e não deixar que nada falte na empresa ou no órgão público, ambos são de extrema importância. Nos processos licitatórios podemos observar grande importância para garantir a imparcialidade e a transparência nos processos, já no setor privado podemos observar eficiência com redução de custos (ROCHA, 2011).

6 DESCRIÇÃO DE LICITAÇÃO

Nessa parte poderemos entender melhor quais são os procedimentos para a participação em uma licitação. Foi feito um descritivo de caso de como é feita uma licitação realizando coleta de informações para facilitar a compreensão do estudo que está sendo realizado. Podemos agora observar o passo a passo de um processo de licitação.

Edital: a primeira parte é a organização, publicação do edital, porque quando esse documento é publicado o processo licitatório está oficialmente aberto.

Habilitação: depois é feita a verificação de habilitação, que nada mais é do que analisar quem vai participar do processo licitatório, será observado por meio de análise de documentação se os participantes estão habilitados a participar dessa licitação. Também será averiguado se o participante está correspondendo às mínimas exigências de capacitação e idoneidade para estabelecerem um contrato com o ente público.

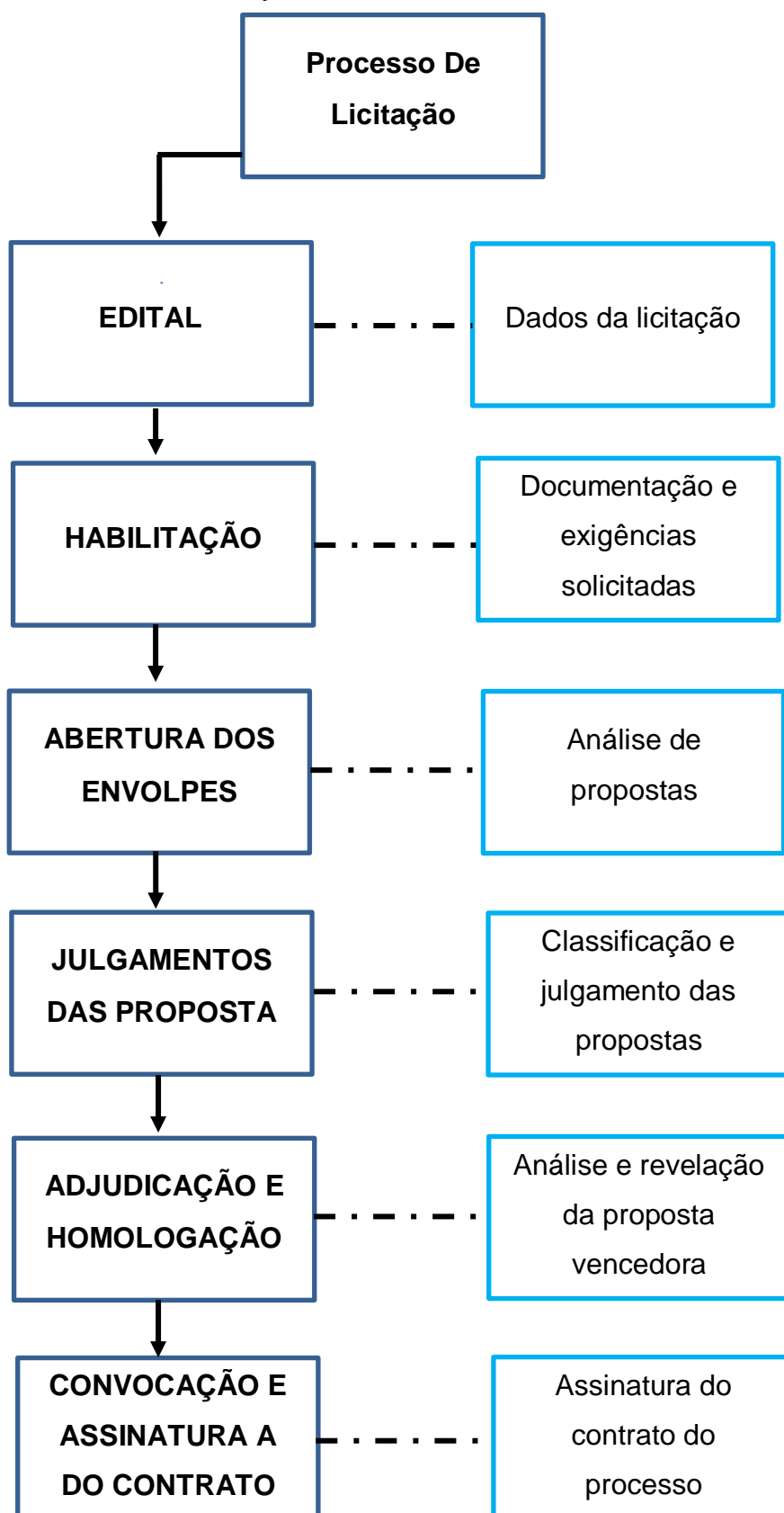
Abertura dos Envelopes: A terceira parte é a abertura dos envelopes, que serão analisados na conformidade de cada proposta para ver o menor preço e dessa forma poder descartar as propostas que não está no padrão estabelecido naquela licitação.

Julgamento das Propostas: no julgamento das propostas é feito o julgamento das proposta que estiverem de acordo com os critérios estabelecidos, com isso é gerada uma classificação e o primeiro colocado é anunciado vencedor.

Adjudicação e Homologação: na adjudicação é realizada a revelação de qual dos licitantes possui a melhor proposta para ser o ganhador, depois dessa parte a autoridade maior que estiver responsável fará a homologação do processo licitatório, ou seja, vai decidir se o procedimento que foi feito na licitação foi correto para o órgão poder afirmar o compromisso.

Convocação e Assinatura do Contrato: aqui é feita a convocação e assinatura do contrato. Depois que foi feita a homologação da licitação, o licitante vencedor espera o órgão solicitar sua presença para assinatura do contrato para assim fechar o processo licitatório. Segue abaixo um mapa para melhor compreensão.

Fluxograma 1 – Processo de Licitação.



Fonte: Fluxograma elaborado pelo próprio autor, 2018.

6.1 Setor de Compras e Licitações da Prefeitura Municipal de Agudos

6.1.1 Processo de Compras no Setor

Tudo começa quando o secretário encaminha um ofício para o setor de compras e o pedido que foi encaminhado é analisado. Verificando se há fornecedores pra determinado serviço/material, será observado se este fornecedor já é cadastrado. Se não houver fornecedores é feita uma pesquisa pela internet, então o setor entra em contato com estes fornecedores anotando seu e-mail e telefone e as fichas de cadastro são enviadas para os mesmos, tanto de pessoa física quanto pessoa jurídica.

Figura 1 – Ficha de Cadastro de Pessoa Física.

NOME:		
RG:		
CPF:		
PIS:		PASEP:
ENDEREÇO:	N°	BAIRRO:
CIDADE:	ESTADO:	
CEP:		
MUNICÍPIO:		
TEL:		
<u>TEL :</u>		
EMAIL:		
NOME DO BANCO:		
AGÊNCIA:		
N° DA CONTA:		
TIPO DE NOTA EMITIDA: SERVIÇO () MATERIAL ()		

Fonte: Arquivo do Setor de Compras e Licitações da Prefeitura Municipal de Agudos, 2018.

Figura 2 – Ficha de Cadastro de Pessoa Jurídica.

RAZÃO SOCIAL:		
NOME FANTASIA:		
CNPJ:	CPF:	RG:
INSC. ESTADUAL:		INSC. MUNICIPAL:
ENDEREÇO:	N°	BAIRRO:
CIDADE:		ESTADO:
CEP:		
MUNICÍPIO:		
TEL:		
CELULAR:		
EMAIL:		
NOME DO BANCO:		
AGÊNCIA:		
N° DA CONTA:		NOME DO RESPONSÁVEL:
TIPO DE NOTA EMITIDA: SERVIÇO (<input type="checkbox"/>) MATERIAL (<input type="checkbox"/>)		

Fonte: Arquivo do Setor de Compras e Licitações da Prefeitura Municipal de Agudos, 2018.

Quando os fornecedores recebem as fichas, eles as preenchem com seus dados e dados da empresa, para que assim possam ser cadastrados no sistema do setor. Também é feito o cadastro dos materiais/serviços caso este não esteja cadastrado no sistema como está sendo exemplificado nas figuras três e quatro.

Figura 3 – Cadastro de Fornecedores.

Cadastro de Fornecedores

1 - Fornecedores | 2 - Filiais | 3 - Sócios e Administrador | 4 - Diretores | 5 - Representantes | 6 - Contas Bancárias | 7 - Habilitação/Inabilitação

Código: Nome/Razão Social:

Nome Fantasia:

Natureza: Física Jurídica

Nacionalidade: Brasileira Estrangeira

Tipo: Outros M.E. E.P.P.

Tipo de Participação: Comum Consórcio Consorciado

Situação:

Somente Cotação:

1 - Dados Cadastrais | 2 - Endereço | 3 - Materiais Fornecidos | 4 - Consorciados

Endereço: Complemento:

Bairro: Município: UF:

CEP: . - Caixa Postal: PIS/PASEP/NIT: . . . -

Contatos		
Id.	Nome	E-mail
▶		

Fonte: Print Screen do Sistema Assessor Público, 2018.

Figura 4 – Catálogo de Materiais e Serviços

Fonte: Print Screen do Sistema Assessor Público, 2018.

Depois disso é feita a cotação de preço dos pedidos que são enviados para no mínimo três fornecedores para que eles possam enviar suas cotações dos valores do material/serviço que está sendo solicitado, então depois que os fornecedores mandam suas cotações o processo é lançado no sistema usado pelo setor de compras que se chama Assessor Público - Gestão de Compras e Licitações.

O processo de lançamento das informações no sistema é feito em quatro etapas, solicitação, cotação, formalização e fim do processo.

Solicitação: na solicitação é formalizado aquilo que foi encaminhado no ofício. Aqui são inseridas algumas informações como por exemplo o destino que vem a ser o local que vai ser encaminhado, a aplicação que é a verba que vai ser usada, os itens que são os materiais/serviços que serão pedidos. Depois é feita uma breve descrição do que está sendo pedido e por fim o prazo é estipulado, que é geralmente

um prazo de 30 dias. Após ser realizada a solicitação é preenchido o campo de requisição, seja ela de compras ou de serviços.

Figura 5 – Solicitação de Compras.

Fonte: Print Screen do Sistema Assessor Público, 2018.

Figura 6 – Requisição de Compras

Figura 7 – Requisição de Serviços

Fonte: Print Screen do Sistema Assessor Público, 2018.

Cotação: na cotação são colocados os valores de cada serviço ou material que foi encaminhado para os fornecedores. É feito primeiramente o cadastro com condição de pagamento que geralmente é um prazo de 30 dias, descrição do que

foi pedido e o número da solicitação. Depois é feito o registro com código do fornecedor, neste momento serão colocados os valores e eles serão classificados.

Figura 8 – Cotação de preços: Cadastro.

U.G.: 2 Prefeitura Municipal de Agudos

Ano/Nº Cotação: 2018 Data Cotação: Data Expiração: Situação:

1 - Cadastro 2 - Registro

Cond. de Pagto.: Bolsa Eletrôn. de Compras
 Cond. de Entrega: Dispensa por Compra Direta
 Alterar Situação: Consultar: Lote
 Definir Cota para MPE

Descrição da Cotação

Parecer

Solicitações a Cotar

U.G.	Ano Solicitação	Nº Solicitação	Código	Centro Custo	Data Autorização

Inserir Solic. Observação Digitalização

Processo: U.G. Resp.:

Fonte: Print Screen do Sistema Assessor Público, 2018.

Figura 9 – Cotação de preços: Registro.

The screenshot displays the 'Cotação de Preços' application window. At the top, the title bar reads 'Cotação de Preços'. Below it, a navigation bar shows 'U.G.: 2 Prefeitura Municipal de Agudos'. The main interface is divided into several sections:

- Search and Filters:** Fields for 'Ano/Nº Cotação: 2018', 'Data Cotação:', 'Data Expiração:', and 'Situação:'.
- Navigation:** Tabs for '1 - Cadastro' and '2 - Registro' (the active tab).
- Fornecedor:** A search area with a list of results (currently empty).
- Classificação:** Radio buttons for 'Classificação Anterior: Item Global' and 'Classificação Atual: Item Global'. Below are buttons for 'Classifica', 'Consulta', and 'Apaga'.
- Relação de Itens Cotados:** A table with the following columns: Item, Código, Material/Serviço, Sigla, Marca, Quantidade, Vlr. Unitário, and Vlr. Total. The table is currently empty.
- Footer:** A 'Total:' field and a row of buttons: 'Apagar Propostas', 'Excluir Propostas', 'Consultar Fornecedor', and 'Definir Cotas'.

Fonte: Print Screen do Sistema Assessor Público, 2018.

Formalização: na formalização do processo é finalizada a reserva para ser exportada e enviada para a contabilidade. Na formalização consta o objeto que seria a data do sistema, legislação, inciso, categoria, fornecimento e quaisquer outros tipos de objetos, além da solicitação com o número da cotação que foi gerada e a dotação que nada mais é do que a data do sistema com o valor total que foi gerado nos lançamentos de materiais/serviços. Com a reserva finalizada e estes itens todos constados, então ela é encaminhada para a contabilidade.

Figura 10 – Formalização do Processo de Compras.

Fonte: Print Screen do Sistema Assessor Público, 2018.

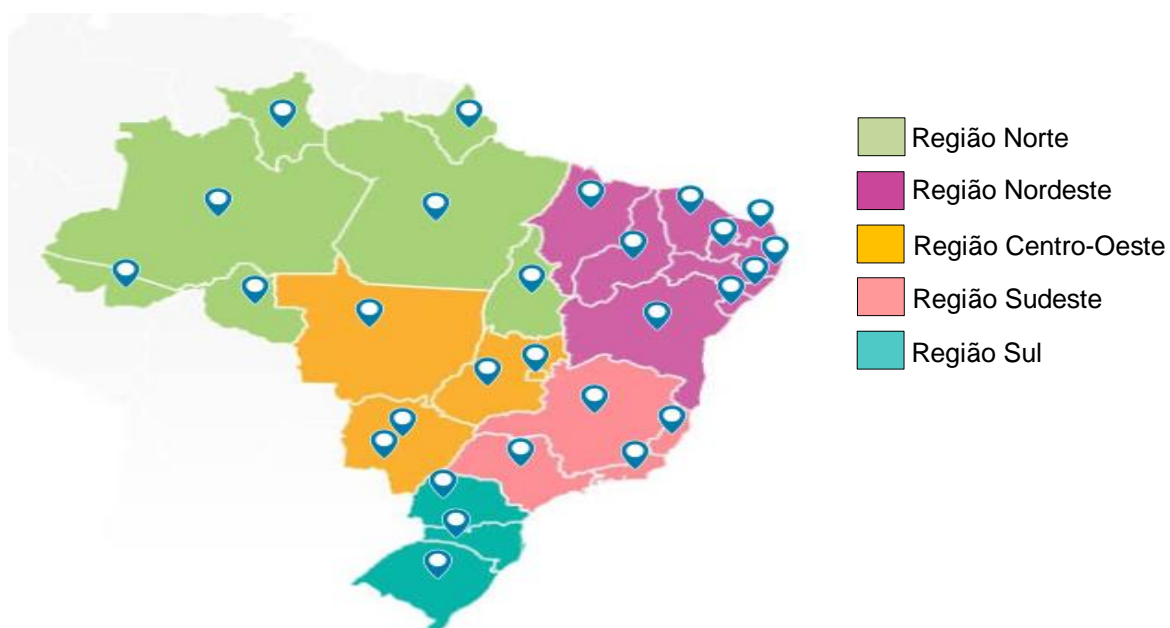
Fim do Processo: depois que a formalização é feita e o processo é encaminhado para a contabilidade, a contabilidade gera a nota de empenho para que o fornecedor possa entregar os produtos ou realizar os serviços que foram solicitados.

6.1.2 Assessor Público – Gestão de Compras e Licitações

O assessor é a ferramenta para gestão de compras e licitações utilizada no setor de compras e licitações da Prefeitura Municipal de Agudos. É uma ferramenta que contribui com a geração de informações necessárias de forma automática. A ferramenta, que também oferece o preenchimento automático das informações em planilhas eletrônicas como Excel por meio do SICONFI (Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro), tem contribuído de forma eficaz nas prestações de contas de municípios parceiros.

Possibilita o controle integral de todo o processo de compras, desde a solicitação eletrônica, passando pela autorização, cotação, licitação ou dispensa, até a compra efetiva. Possui controle sobre todas as fases das diversas modalidades de licitação, controla fornecimentos e contratos, possui módulo específico para pregões e registro de preço, e é totalmente integrado com os demais módulos contábeis e administrativos, e segue todas as legislações vigentes no Brasil. Podemos observar que é um sistema muito utilizado em todo Brasil, sendo escolhido para ser usado em diversos estados brasileiros.

Figura 11 – Mapa do Brasil e Localidades do Sistema Assessor.



Fonte: Print Screen do Site do Assessor Público, 2018.

7 CONCLUSÃO

Podemos concluir que uma empresa vai muito além da direção e da coordenação e que um órgão público, como por exemplo a prefeitura municipal de agudos, não depende apenas do prefeito para ser administrada.

É necessário que os setores do setor público trabalhem juntos, assim como o setor de compras e licitações, porque quando os setores trabalham de forma harmoniosa por meio de uma boa gestão, todos conseguem exercer suas funções em prol do mesmo objetivo.

Concluimos que o setor de compras e licitações é um dos setores que faz com que a empresa ou órgão onde atua, possa funcionar de maneira perfeita, é como se esse setor fosse uma das engrenagens que, trabalhando juntamente com os demais setores, faz com que a empresa possa funcionar perfeitamente, pois como vimos é por meio deste setor que a empresa consegue se manter abastecida dos produtos que precisa para continuar produzindo, e quando se trata de um órgão público é por meio deste setor que a prefeitura consegue manter todos os setores e secretarias atuando sem a falta de materiais para que a cidade possa andar sem que nada de errado ou que nada falte para a população.

Foi possível concluir também que o processo de licitação é um processo limpo e transparente feito de maneira em que todo o processo seja realizado de forma totalmente legal através da publicação do edital e seguindo os princípios de moralidade, legalidade, impessoalidade, publicidade e igualdade. Estes princípios garantem que o órgão público realize o processo de licitação sem dar preferência a nenhum fornecedor, garantindo dessa forma que qualquer fornecedor possa participar da licitação e dar seu lance, sendo que o melhor preço ganha o processo e será o fornecedor. Lembrando que apenas os setores de compras de órgãos públicos realizam os processos de licitações.

Por meio deste estudo podemos fazer com que mais pessoas entendam que um órgão público vai muito além da prefeitura municipal, a prefeitura não funciona sem as secretarias e as secretarias não conseguem realizar seus serviços sem os materiais necessários, ou seja, um não funciona sem o outro, se não houver uma boa rede de informações entre a prefeitura e suas secretarias, nada funcionará. Sem uma

boa gestão e uma boa rede de informações, o trabalho não pode ser realizado por nenhuma secretaria. Uma depende da outra e todas dependem de uma boa organização e gestão.

Concluimos através da pesquisa de campo elaborada dentro do setor de compras da Prefeitura Municipal de Agudos que, dentro de uma organização é importante estabelecer sistemas avançados de Gestão para o controle administrativo, tendo como fundamental o setor de compra e licitações para controle de verbas do município.

Sendo assim conclui-se que uma organização que não preze o setor de compras, terá dificuldade na organização de documentos e serviços, pois o setor de compras e licitações é responsável por verificar toda a parte burocrática documentativa para serem feitas as licitações, verificando todos os processos para assim poder concluir se terá realmente a necessidade de abrir uma licitação ou não.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARNOLD, J. R. Tony. **Administração de Materiais**. São Paulo, Editora Atlas S. A., 1999.

BAROSSI, Adriana. **Conceitos Básicos da Licitação Pública**. Disponível em: <<https://www.direitonet.com.br/artigos/exibir/4434/Conceitos-basicos-da-licitacao-publica>>. Acesso em: 25 out. 2018.

BITTENCOURT, Marina Rosa. **Você Sabe Qual a Importância e Influência do Setor de Compras para o seu Negócio?** Disponível em: <<http://brasaosistemas.com.br/blog/voce-sabe-qual-a-importancia-e-influencia-do-setor-de-compras-para-o-seu-negocio/>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

CAMARGO, Imara H. **Gestão de Compras**. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/artigos/negocios/gestao-de-compras/54294/>>. Acesso em: 26 abr. 2018.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia científica**. 4. ed. São Paulo: MAKRON Books, 1996. 209 p.

CHIAVENATO, Idalberto. **Iniciação à administração de materiais**. São Paulo: Makron, McGraw - Hill, 1991.

GAITHER, Norman; FRAZIER, Greg. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. 9. reimpr. São Paulo: Atlas, 2007. 175 p.

GIGLIO, Ernesto M. **O comportamento do consumidor**. 3. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005

GRUPO ASSESSOR. **Assessor Público**. Disponível em: <<http://grupoassessor.com/>>. Acesso em: 28 nov. 2018.

HOINASKI, Fábio. **A Importância do Setor de Compras: Como Essa Área Influencia os Resultados da sua Empresa**. Disponível em: <<https://www.ibid.com.br/blog/importancia-setor-de-compras-como-essa-area-influencia-os-resultados-da-sua-empresa/>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

JUNQUEIRA, Daniela C. **Licitações e Contratos da Administração Pública**. Disponível em: <http://ambito-juridico.com.br/site/?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=14758>. Acesso em: 20 out. 2018.

LAKATOS, E. M. e MARCONI, M. A. **Fundamentos da Metodologia Científica**. Editora Atlas, 2003.

MANNESOFT WINNER. **Gestão de Licitações.** Disponível em: <<https://www.mannesoftware.com.br/funcionalidades-do-sistema/>>. Acesso em: 30 out. 2018.

MARINELA, Fernanda. **Direito Administrativo.** 4. ed. Niterói: Impetus, 2010.

MARINELA, Fernanda. **Licitação - Parte I.** Disponível em: <<http://www.marinela.ma/wp-content/uploads/2015/05/CADERNODEAULAIINTENSIVOIAULA11LICITAOI.pdf>>. Acesso em: 28 out. 2018.

MARQUES, José Roberto. **Como Funciona um Departamento de Compras.** Disponível em: <<https://www.ibccoaching.com.br/portal/como-funciona-um-departamento-de-compras/>>. Acesso em: 22 nov. 2018.

MORAES, André. **Gestão de Compras.** Apostila do Curso de Administração Industrial. CEFDET. Rio de Janeiro: 2005.

MOTTA, Carlos P. **Eficácia nas Licitações e Contratos.** 10. ed. Belo Horizonte: Del Rey, 2005.

NETO, Alberto S. **Gestão estratégica de compras em uma empresa do segmento de material escolar:** Estudo de Caso Longitudinal. Disponível em: <<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp080449.pdf>>. Acesso em: 26 abr. 2018.

NICHELE, Rafael Luiz. **Princípio da Vinculação ao Instrumento Convocatório.** Disponível em: <<https://www.boletimjuridico.com.br/doutrina/artigo/1701/principio-vinculacao-ao-instrumento-convocatorio>>. Acesso em: 25 out. 2018.

PALAVÉRI, Marcelo. **Pregão nas licitações municipais.** Belo Horizonte: Del Rey, 2005.

ROCHA, Josélia S. **Processo de Compras no Setor Público: Foco no Produto ou no Fornecedor?** Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/artigos/negocios/processo-de-compra-no-setor-publico-foco-no-produto-ou-no-fornecedor/57905/>>. Acesso em: 22 nov. 2018.

SANTOS, Gustavo Alves Andrade dos. **Gestão de farmácia hospitalar.** São Paulo: Senac, 2006.

SANTOS, Lúcio Rafael A. **Princípio da Moralidade Administrativa.** Disponível em: <<https://www.direitonet.com.br/artigos/exibir/9094/Principio-da-moralidade-administrativa>>. Acesso em: 25 out. 2018.

VENDAS GOVERNO. **Controle e Gestão de Licitações.** Disponível em: <<https://vendasgoverno.com.br/>>. Acesso em: 30 out. 2018.

VIEIRA, Antonieta P. **Compras na Administração Pública.** Disponível em: <http://antigo.enap.gov.br/downloads/ec43ea4fCompras_administracao_publica.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2018.

ZUCCO, Fabiano. **Software de Licitação: Saiba Como é e Como Funciona.** Disponível em: <<https://www.rcc.com.br/blog/software-de-licitacao/>>. Acesso: 30 out. 2018.

FAAG – FACULDADE DE AGUDOS

ERICSSON RAFAEL DE OLIVEIRA

LEONARDO MANTOVANI PALUDETO

**AS VANTAGENS DA MANUTENÇÃO AUTÔNOMA PARA PROCESSOS
PRODUTIVOS**

Uma análise sob a ótica do Engenheiro de Produção

**Agudos, SP
2018**

**ERICSSON RAFAEL DE OLIVEIRA
LEONARDO MANTOVANI PALUDETO**

**AS VANTAGENS DA MANUTENÇÃO AUTÔNOMA PARA PROCESSOS
PRODUTIVOS**

Uma análise sob a ótica do Engenheiro de Produção

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Banca Examinadora do
Curso de Engenharia de Produção,
Faculdade de Agudos, sob a orientação
do Professor **M.Sc. Marcos Antonio
Bonifácio**.

**Agudos, SP
2018**

Dedicamos este trabalho as pessoas que sempre estiveram presentes, como amigos pessoais, colegas de trabalho, professores que tanto nos auxiliaram e também aos colegas de curso.

AGRADECIMENTOS

Não poderíamos deixar de agradecer às pessoas que contribuíram com a conclusão deste trabalho, tornando o mesmo possível, tanto pelo apoio, auxílio e orientação.

Primeiramente agradecemos a Deus, por nos capacitar e nos dar sabedoria para concluir este trabalho.

Agradecemos também nosso professor e orientador, Marcos Antônio Bonifácio, que sempre esteve ao nosso lado para nos prestar auxílio. Somos gratos também pela experiência que o mesmo nos proporcionou, tanto em nossas vidas pessoais e profissionais.

Também agradecemos a instituição FAAG pela disponibilização de professores e materiais, para que pudéssemos realizar nosso trabalho.

Por fim, agradecemos nossas famílias que contribuíram grandemente para a conclusão não somente desta pesquisa, mas também do curso de Engenharia de Produção.

RESUMO

Impulsionadas por um mercado onde se encontra cada vez mais competitivo e exigente, as indústrias vêm buscando se adaptar as novas tendências com redução de custos, melhoria da qualidade e vantagens competitivas que as tornem inovadoras no mercado. Para isso, torna-se essencial a diminuição de custos, mantendo a qualidade de seus produtos e realizando serviços com o menor tempo possível, criando um plano de manutenção bem definido e organizado, trazendo a integração da operação com a equipe de manutenção. O foco do presente trabalho é a Manutenção Autônoma, um dos pilares da ferramenta TPM – Manutenção Produtiva Total, que tem como objetivo a capacitação e o desempenho de pessoas na melhoria de detecções de anomalias que causem paradas mecânicas não programadas, tanto por falhas, quebras e defeitos de máquinas e seus componentes. Foi realizado um estudo de caso em uma empresa do setor madeireiro, evidenciando os ganhos com a implantação da ferramenta, comparando seus resultados e analisando os benefícios que a manutenção autônoma pode trazer a uma linha de produção. Os resultados apresentados mostram sob a ótica do engenheiro de produção as vantagens que podem ser obtidas com a ferramenta, e o quanto seu funcionamento de forma correta e com a participação de todos pode agregar valor no produto e a confiabilidade das máquinas e na linha de produção como um todo.

Palavras-chave: MANUTENÇÃO AUTÔNOMA. ESTRATÉGIA. GESTÃO DE ATIVOS.

ABSTRACT

Driven by a market where it is increasingly competitive and demanding, industries have been trying to adapt to new trends with cost reduction, quality improvement and competitive advantages that make them innovative in the market. For this, it is essential to reduce costs, maintaining the quality of their products and performing services with the shortest possible time, creating a well-defined and organized maintenance plan, bringing the integration of the operation with the maintenance team. The focus of the present work is the Autonomous Maintenance, one of the pillars of the TPM - Total Productive Maintenance tool, whose objective is the training and the performance of people in the improvement of detections of anomalies that cause unscheduled mechanical stops due to failures, and defects of machines and their components. A case study was carried out at a company in the timber industry, showing the gains from the implementation of the tool, comparing its results and analyzing the benefits that autonomous maintenance can bring to a production line. The results presented show from the perspective of the production engineer the advantages that can be obtained with the tool, and how much its operation in a correct way and with the participation of all can add value in the product and the reliability of the machines and in the production line as a whole.

Keywords: AUTONOMOUS MAINTENANCE. STRATEGY. ASSET MANAGEMENT.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fluxograma do processo de fabricação do MDF	19
Figura 2: Transporte de madeira ao picador	20
Figura 3: Colchão ou manta	21
Figura 4: Engenharia de Manutenção	33
Figura 5: Exemplo dos Pilares do TPM	39
Figura 6: Exemplo de Causa e Efeito	42
Figura 7: 8 Passos para desenvolvimento da manutenção autônoma	44
Figura 8: Etiquetas de inspeção	47
Figura 9: Exemplo de colagem das etiquetas	48
Figura 10: Exemplo de MDF – MDP – Compensado	51
Figura 11: Vista aérea da planta foco do estudo	53
Figura 12: Vista parcial da planta foco do estudo	54
Figura 13: O que se espera do colaborador	61
Figura 14: Etiqueta de detecção de anomalia	63
Figura 15: Exemplo de treinamento de LPP	64

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Nível de implantação MA _____	43
Quadro 2: Resultados obtidos com a implantação da MA _____	70

LISTA DE FOTOS

Foto 1: Prensa continua de MDF _____	22
Foto 2: Serra diagonal _____	23
Foto 3: Roda de resfriamento e climatização _____	23
Foto 4: Lixadeira de chapas de MDF e bobinas de lixas _____	24
Foto 5: Prensa da laminação MDF _____	28
Foto 6: Sistema hidráulico de aquecimento _____	30
Foto 7: Vista parcial de Laminação (a) _____	54
Foto 8: Vista parcial da Unidade de Laminação (b) _____	55
Foto 9: Sujeira no motor da estação de papel _____	57
Foto 10: Motor com excesso de sujeira _____	58
Foto 11: Empurrador de tabique com batedor improvisado _____	58
Foto 12: Calha da fita poliéster danificada _____	59
Foto 13: Antes e depois do conjunto de componentes da estação de papel _____	67
Foto 14: Antes e depois da limpeza do motor da alimentação de chapas _____	68
Foto 15: Ante e depois da manutenção na calha de fita poliéster _____	69
Foto 16: Antes e depois da implantação de Kaizen no empurrador de tabique _____	69

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Paradas mensuradas dos últimos seis meses antes do MA _____ 60

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABEPRO	Associação Brasileira de Engenharia de Produção
APG	Atividades em Pequenos Grupos
CEDOC	Centro de Documentação
CF	Condição de Fabricação
EP	Engenharia de Produção
FSC	<i>Forest Stewardship Council</i>
GAV	Gestão à Vista
HDF	<i>High Density Fiberboard</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
LPP	Lição Ponto a Ponto
MA	Manutenção Autônoma
MDF	<i>Medium Density Fiberboard</i>
MDP	<i>Medium Density Particleboard</i>
MPT	Manutenção Produtiva Total
OHSAS	<i>Occupational Health and Safety Assessment Series</i>
PCP	Planejamento e Controle da Produção
PT	Pedido de trabalho
SP	São Paulo
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
TQC	Controle pela Qualidade Total
UM	Unidade de Medida
WIP	<i>Work In Process</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1 Tema	15
1.2 Objetivos	15
1.2.1 Objetivo geral	15
1.2.2 Objetivos Específicos	15
1.3 Problemática	16
1.4 Hipóteses de pesquisa	17
1.5 Metodologia	17
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1 Fabricação do MDF	19
2.1.1 Características do MDF	24
2.2 Impregnação do papel	25
2.3 Laminação de chapas	27
2.3.1 A importância da prensa para a qualidade	28
2.3.2 A energia térmica	29
2.3.3 Principais defeitos no produto acabado	30
2.3.4 A manutenção no setor de laminação	31
2.4 Manutenção Industrial	32
2.4.1 Manutenção Corretiva	33
2.4.2 Manutenção Preventiva	34
2.4.3 Manutenção Preditiva	35
2.4.4 Manutenção Detectiva	36
2.5 A ferramenta TPM	37
2.5.1 8 Pilares	39
2.5.2 Pilar de MA	41
2.5.3 Fases da implantação do MA	43
2.6 Atuação do Engenheiro de Produção na indústria	49

3. CENÁRIO DO ESTUDO	51
3.1 Grupo foco do estudo	51
3.2 Planta fabril foco do estudo	53
4. DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO	57
4.1 Situação anterior a implantação do MA	57
4.2 Meios para se alcançar os resultados	60
4.3 Resultados obtidos após implantação da MA	67
5. CONCLUSÃO	71
REFERÊNCIAS	73

1. INTRODUÇÃO

Na segunda metade do século XX, a indústria japonesa inovou e modificou suas técnicas da gestão da produção, e em poucos anos seus produtos se tornaram referência pela qualidade superior, exportando para o ocidente e chamando a atenção de suas técnicas por todo o mundo (NAKAJIMA, 1989).

O cálculo utilizado pelos empreendedores, em geral, para se estabelecer os preços dos produtos geralmente era: custo + lucro = preço de venda (SHINGO, 1996).

Ainda de acordo com Shingo (1996), o pensamento dos japoneses era contrário disso, considerando uma equação onde os clientes passavam a determinar um peso maior, ficando: preço de venda – lucro = custo.

A grande mudança colocaria como alvo principal das ações de empresa e gestores a redução dos custos para que se pudesse obter aumento dos lucros, tendo em vista que o preço, a visão dos japoneses, passava a ser determinado pelo mercado.

Tal estratégia passava a requer a busca da contínua redução de custos e a eliminação dos desperdícios, papel a ser desempenhado em evidência pelos engenheiros de produção na condução de duas atividades no dia a dia, no contexto da produção.

O conceito utilizado pelas indústrias japonesas foi denominado, segundo Sellito (2002) de Produção Enxuta, na qual as atividades que não agregavam valor do produto e não interessavam ao cliente, deveriam ser reduzidas ou até mesmo eliminadas.

Fazia-se parte disso, a manutenção de elevados estoques, tanto de materiais, *work in process* (WIP) / produtos em processo, e produtos acabados, já que as quebras inesperadas dos equipamentos eram frequentes. Portanto, para se manter um estoque próximo de zero, era primordial a eliminação das quebras inesperadas, passando a exigir dos gestores/engenheiros de produção uma visão diferenciada que passaria a englobar à gestão da manutenção industrial. (SELLITO, 2002).

Tendo em vista a situação descrita anteriormente, por volta dos anos de 1960, foram aplicadas as técnicas da gestão da manutenção para a produção

enxuta conhecida como metodologia da busca pela *Total Productive Maintenance* (TPM) ou Manutenção Produtiva Total (MPT) em uma tradução literal.

Para Bamber (1999) a TPM busca a maximização da eficiência das máquinas, a integração entre empresa, homem e máquina; e busca respectivamente a quebra zero nas máquinas, a falha zero no processo e defeito zero no produto. Todas essas etapas contribuem para o desenvolvimento e otimização no desempenho fabril.

A TPM é sustentada por oito pilares, que fazem com que a ferramenta funcione em perfeita harmonia. O primeiro e mais importante deles para a presente pesquisa é o pilar na Manutenção Autônoma (MA).

E é exatamente o pilar de MA que envolve o maior número de pessoas, na busca da melhoria da eficiência dos equipamentos, desenvolvendo a capacidade dos operadores para a execução de pequenos reparos e inspeções, mantendo o processo de acordo com padrões estabelecidos, antecipando-se aos problemas potenciais. (BAMBER, 1999).

A metodologia considera que as quebras normalmente são precedidas de anomalias, por exemplo, trincas, folgas, sujeiras, desgastes, corrosões, deformações, temperaturas, vibrações, pressões e vazamentos, que são sinais de possível detecção através dos sentidos humanos, principalmente da visão, audição, olfato e tato.

Segundo Spinola e Pessoa (1997), uma ferramenta muito importante para a organização é a informação, pois é por ela que se obtém o controle dos parâmetros que a contextualizam. Baseado neste princípio, a metodologia propõe atividades que potencializam a possibilidade de detecção e eliminação de anomalias, preventivamente às quebras.

As quebras são resultantes do manuseio imposto pelo homem, e para eliminá-las, temos que atuar sobre o próprio homem e buscando sua conscientização e comportamento. A MA não transfere a responsabilidade da manutenção para a produção, mas sim a responsabilidade pela máquina.

Sendo assim, a presente pesquisa tem por objetivo descrever no formato de um estudo de caso de aplicação da MA em uma linha de produção de uma empresa de transformação do setor madeireiro, apontar as melhorias obtidas com o uso da ferramenta e a conscientização desde o nível estratégico até o chão

de fábrica, tudo analisado sob a ótica da Engenharia da Produção, oferecendo subsídios para que outros engenheiros tenham a possibilidade de analisar os resultados, adaptá-los e colocar em prática em suas empresas após os ajustes necessários feitos.

1.1 Tema

Este trabalho será realizado com base em um estudo de caso sobre as melhorias obtidas com a MA em uma empresa de transformação do ramo madeireiro do interior paulista.

1.2 Objetivos

Os objetivos que irão compor o presente trabalho de pesquisa são subdivididos em duas partes, na qual são eles o objetivo geral que será buscado ao final do trabalho, e os objetivos específicos que farão parte da busca do entendimento geral. Portanto, são eles.

1.2.1 Objetivo geral

Analisar e os benefícios que a manutenção autônoma pode trazer a uma linha de produção, mensurar seus resultados e sua importância sob a ótica do Engenheiro de Produção.

1.2.2 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos, necessários para obter-se o objetivo geral, serão necessários para este trabalho que as seguintes ações sejam buscadas:

Fazer uma breve revisão bibliográfica sobre os temas diretamente relacionados com o objetivo traçado, com destaque para o pilar MA;

Coletar dados obtidos antes da implantação da ferramenta e mensurar os resultados após a implementação da mesma;

Entender as ferramentas que permeiam o ambiente fabril, e que juntamente com o objeto de estudo, compõem uma gestão de processos;

Se necessário, propor ações de mudanças e/ou melhorias que facilitem na integração e participação de todos;

Analisar e buscar possíveis restrições com relação ao chão de fábrica;

Avaliar se houve melhoria na vida útil dos equipamentos, e se necessário, propor medidas que auxiliem nos ganhos esperados.

1.3 Problemática

O processo de produção tem por finalidade produzir produtos com boa qualidade, com baixo custo e com o menor tempo possível.

Com isso a MA surge com o intuito de aprimorar os conhecimentos dos operadores e deixá-los autônomos, para conseguir visualizar, identificar e sanar os problemas do equipamento que está sob sua responsabilidade.

O operador passa a trabalhar em conjunto com o setor de manutenção, identificando as anomalias que ocorre no equipamento e solicitando serviços da manutenção somente quando necessário, mantendo o equipamento sempre em operação para conseguir atingir de modo eficaz o planejamento da produção.

O presente projeto focará suas pesquisas com base nas seguintes questões:

Na planta fabril onde será realizada a pesquisa, a ferramenta de MA funciona da maneira correta, com a participação e o entendimento de todos?

O esforço aplicado traz resultados significativos?

De quais outras formas o bom funcionamento da ferramenta pode impactar no processo produtivo?

1.4 Hipóteses de pesquisa

Para Lakatos e Marconi (2006) a hipótese representa o ponto básico do tema individualizado e especificado na problemática, já se tendo entendido as dificuldades, necessita a partir de uma resposta provável, suposta e provisória, que deverá ser cobrada, ou não, ao final.

Para este projeto de pesquisa as seguintes hipóteses foram formuladas e deverão ser testadas ao final:

Com a ferramenta funcionando em harmonia, não somente a produção sentirá os resultados, mas também a área de logística, qualidade, PCP, e principalmente o setor de manutenção;

Com o engajamento da equipe, inclusive do setor estratégico e tático, utilizando treinamentos e a preparação de todos é possível obter os resultados esperados;

A não realização dos planos de limpeza reduz a vida útil dos equipamentos, ocasionando em falhas e quebras afetando diretamente no processo.

1.5 Metodologia

Marconi e Lakatos (2010) discutem que o objetivo da atividade científica é o de buscar a verdade sobre situação dia a dia, por meio da comprovação de determinadas hipóteses. Hipóteses esta que ligam a observação da realidade por parte dos atores envolvidos com a teoria científica. Que neste trabalho encontra-se da percepção de que a ferramenta de Manutenção Autônoma (MA) de manutenção pode melhorar o desempenho em um setor de uma empresa de produção de chapas de MDF.

As mesmas autoras Lakatos e Marconi (2006), discutem que Método ou a Metodologia científica refere-se ao conjunto das atividades sistemáticas e que permitirão alcançar o objetivo traçado inicialmente.

Iniciando as atividades necessárias para compor a metodologia deve ser definido qual será o Tipo de Pesquisa a ser utilizado. Marconi e Lakatos (2011)

destacam que existem inúmeros tipos de pesquisa e que sua escolha dependerá exclusivamente do enfoque que o pesquisador seja dar ao seu trabalho.

Para este trabalho será abordado a partir do método de Pesquisa Tecnológica ou Aplicada, que segundo Marconi e Lakatos (2011) trata-se de um método ideal para quando se objetiva a aplicação dos tipos de pesquisa relacionada às necessidades imediatas dos diferentes campos da atividade humana.

Na sequência os pesquisadores devem definir a forma de coleta de dados. Existem, para Lakatos e Marconi (2010), apenas três técnicas para a coleta de dados, são eles: pesquisa documental; pesquisa bibliográfica e contato direto.

Para este projeto, haverá uma combinação de duas técnicas, sendo a pesquisa documental, a partir de fontes primárias, que, para as mesmas autoras, refere-se a uma pesquisa exploratória de diversas fontes documentais que possam contribuir com a investigação. Neste caso, serão as primárias que são dados históricos, bibliográficos e estatístico, obtidos junto a empresa foco do estudo.

E também a coleta de dados a partir de pesquisa bibliográfica, que é um apanhado geral sobre os principais trabalhos já realizados, que pela importância, são capazes de fornecer dados atuais e relevantes relacionados com o tema da pesquisa (LAKATOS; MARCONI, 2011).

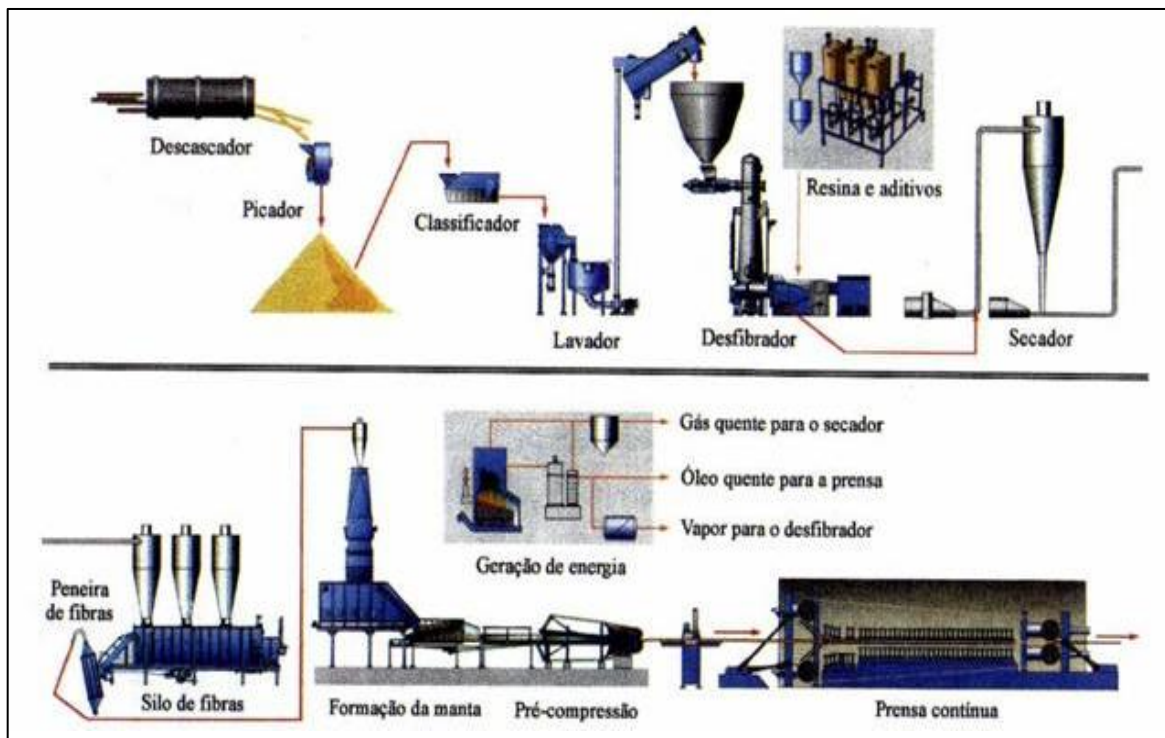
Ao final os dados coletados serão analisados de forma qualitativa pela percepção das melhorias por parte dos envolvidos e quantitativa com a apresentação de resultados após o processo de implantação da ferramenta proposta.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Fabricação do MDF

O processo de fabricação das placas de madeira classificadas como *Medium Density Fiberboard* (MDF) tem início com a alimentação das toras de madeiras geralmente oriundas da atividade de silvicultura de eucalipto, no transportador de correias através do trator carregador de toras. Como exemplo, a Figura 1, apresenta todo o processo produtivo no formato de um fluxograma de processo.

Figura 1: Fluxograma do processo de fabricação do MDF



Fonte: Disponível em: <<http://portaldamadeira.blogspot.com/...>>. Acesso em: 01 nov.2018.

Caso as toras sejam de pinus, é necessário que sejam direcionadas para os descascadores realizarem a retirada da casca que será utilizada no processo como biomassa para geração de energia térmica.

Para estabelecer o potencial de rendimento da madeira a ser processada, antes de alimentar o transportador (Figura 2), as toras são direcionadas

ao tanque onde são submersas na água para medir sua densidade, os resultados serão utilizados para controlar o processo de fabricação de forma mais precisa.

Figura 2: Transporte de madeira ao picador



Fonte: Empresa foco do estudo

Após esse processo são direcionadas ao picador, onde as toras são transformadas em cavacos de tamanho apropriados para a continuação do processo. Saindo do picador, o cavaco é transportado através de uma rosca rotativa de transporte até outro ambiente, onde uma peneira separadora ou um classificador que irá separar o material retornando os cavacos que por ventura estejam em tamanho maior que o considerado ideal para seguir no processo.

Os cavacos de tamanho adequado são direcionados para armazenamento nos silos, e os materiais rejeitados como cascas, finos e cavacos de tamanhos inadequados são destinados ao silo de biomassa para ser reaproveitados na planta de energia.

Através de roscas rotativas nos silos, os cavacos são retirados e direcionados para o lavador, que tem a função de retirar impurezas que podem conter no material, tais como areias (sílica) e sujeiras que possam comprometer o processo e avariar os equipamentos.

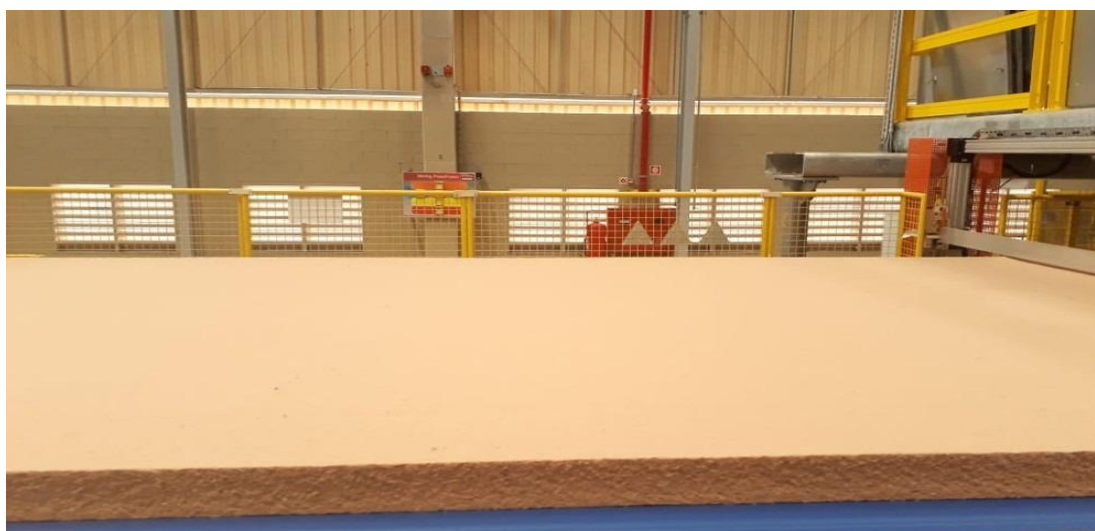
Depois da lavagem, a água juntamente com o cavaco é bombeada para um hidrociclone, que tem a função de retirar as partículas desnecessárias que não foram retiradas no lavador de cavacos. As partículas menores (que são os cavacos bons) são levadas para o sistema de desaguagem do cavaco.

Após este processo, o material é destinado para um silo de metálico, onde é injetado vapor d'água (gerado na planta de energia) para pré-aquecer o material e começar o processo de cozimento, seguindo após esse processo para o desfibrador.

Uma mistura química composta por uréia, formol, emulsão de parafina e água é aplicada nas fibras através de bicos injetores de um sistema de injeção que fica logo após o desfibrador. Essa mistura é aplicada para possibilitar a cura do material quando o mesmo for submetido à variação de temperatura e pressão na prensa.

Após todo o processo da matéria-prima, o material é encaminhado para alinha de produção, onde uma formadora dosa o material para formação de camadas uniformes, chamadas de colchões ou manta (Figura 3). Este é o primeiro passo para a obtenção propriamente dita da chapa de MDF.

Figura 3: Colchão ou manta



Fonte: Disponível em: <<http://www.radio90fm.com.br/noticias/com...>> Acesso em: 15 nov.2018.

Na pré-prensa é retirado o ar que fica no colchão ou manta. É uma prensa de menores proporções do que a prensa principal, diminuindo a espessura do colchão. No fim desta pré-prensa existe um detector de metal que não permite a continuação do processo se o colchão contiver algum tipo do mesmo.

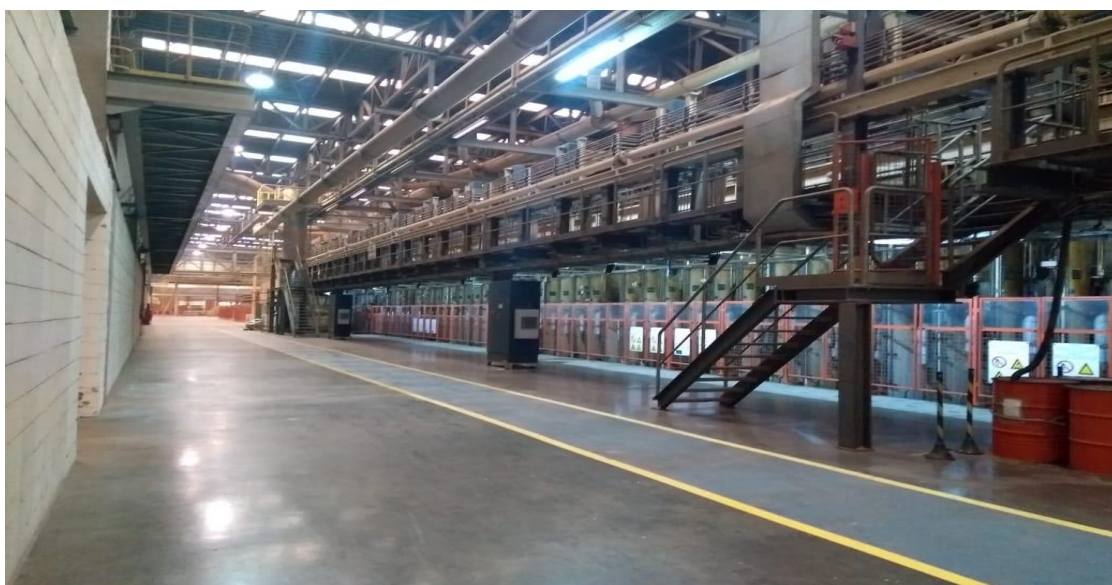
Caso ocorra a detecção, é feito o rejeito de colchão através de uma abertura feita na mesa de transporte.

Na prensa hidráulica contínua (Foto1) é onde finalmente se faz a chapa de MDF. O colchão ou manta submetido à variação de pressão e temperatura através das cintas de inox (uma por cima e outra por baixo) e de rolos cilíndricos dispostos uns contra os outros.

O colchão ou manta passa entre as cintas e vai sendo prensado até se transformar em chapa de fibra de média densidade, à medida que a pressão e a temperatura exercida sobre ele vão aumentando, finalizando assim, a chapa confeccionada na saída de prensa.

A temperatura máxima na prensa é de aproximadamente de 260°C, com pressão de aproximadamente de 370 bar.

Foto 1: Prensa contínua de MDF



Fonte: Empresa foco do estudo

Após a saída da prensa contínua, é necessário cortar o material resultante em chapas, assim, na saída da prensa, encontra-se instalada uma serra diagonal (Foto 2) onde ocorre o corte da chapa de madeira em comprimentos pré-determinados. Esta serra trabalha no sentido diagonal para acompanhar o deslocamento do material que está saindo da prensa contínua, mantendo o corte reto nas chapas.

Foto 2: Serra diagonal

Fonte: Empresa foco do estudo

Estas chapas na saída da prensa contínua, antes da estocagem, passam por uma classificação, onde as de primeira qualidade são direcionadas para as rodas de resfriamento (Foto3), onde vão permanecer por um período determinado e em temperatura ambiente para que haja a climatização do material acabado.

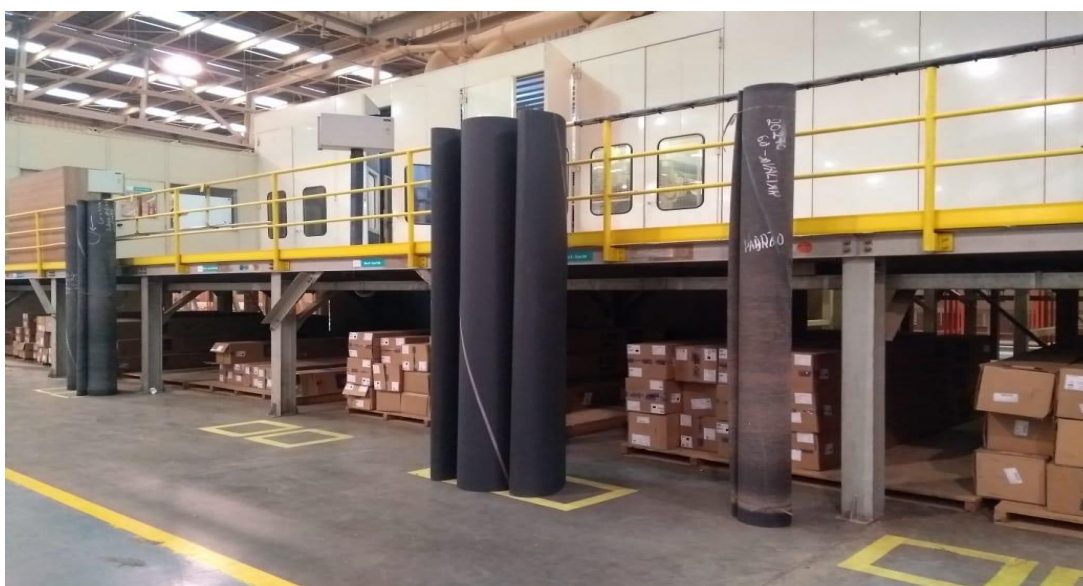
Foto 3: Roda de resfriamento e climatização

Fonte: Empresa foco do estudo

Assim que resfriadas, as chapas são mantidas em estoque para concluir o processo de catalise, sendo finalizada com o processo de lixamento (Foto 4) que efetua o acabamento na espessura da chapa de MDF.

Estes equipamentos consistem de um sistema onde as lixas são dispostas girando umas contra as outras, possibilitando a passagem da chapa entre as lixas. O desbaste é realizado na chapa através de lixas mais grossas, e o acabamento e calibração da espessura através de lixas mais finas.

Foto 4: Lixadeira de chapas de MDF e bobinas de lixas



Fonte: Empresa foco do estudo

Após a lixadeira, a chapa segue para o processo de serragem, que preparam as chapas conforme a especificações e dimensões comerciais. Por fim, é realizada a embalagem das chapas.

2.1.1 Características do MDF

A sigla MDF significa *Medium Density Fiberboard* (Chapas de Fibras de Média Densidade), nome dado ao material industrializado, feito a partir de fibras de madeira produzido de espessuras variáveis, resistentes a pragas naturais como, por exemplo, cupins.

Sua composição é por fibras, que parecem pequenos fios de madeira, agrupados em camadas. Isso faz com que sua superfície seja mais lisa.

É por isso que o MDF é mais indicado para móveis que precisam receber pintura, ou então para ser recortado e ganhar formas diferenciadas, como curvas e outros desenhos, já que possui maior ductilidade. A desvantagem do MDF, é que ele não oferece muita resistência em relação a contato com a umidade.

Já o MDP ou *Medium Density Particleboard* (Chapas de Partículas de Média Densidade), possui uma diferença básica com relação ao mencionado anteriormente. Enquanto o MDF é feito de fibras, o outro é feito de partículas de madeira. E por isso, ambos têm características em comum, por serem materiais industrializados feitos a partir da madeira, possuindo resistência a pragas naturais, e como o próprio nome diz: “média densidade”.

As diferenças resultantes do fato de um ser partícula e do outro ser de fibra têm a ver com o tipo de uso ideal para cada um deles e também com a reação ao contato com a água.

O MDP, que por ser um aglomerado de partículas, fica um pouco mais poroso. Mas isso não significa que o MDP seja menos resistente. Na verdade, para a fixação de parafusos, por exemplo, o MDP é mais eficiente do que o MDF, pois sua composição garante maior facilidade na perfuração, além de maior estabilidade para segurar o prego ou o parafuso depois de instalado.

Em relação ao contato com a água, na verdade nenhum dos dois oferece muita resistência, porém os efeitos são diferentes. Quando fica úmido, o MDP incha.

O MDF e o MDP são então materiais muito similares, sendo inclusive possível usar os dois no mesmo móvel, fazendo a parte mais reta e estrutural com MDP e as portas, se forem trabalhadas, em MDF. Muitos usam apenas o MDF, porém essa escolha deixa o móvel um pouco mais caro, embora seja ainda uma escolha econômica.

2.2 Impregnação do papel

A Impregnadora é uma linha de produção destinada à impregnação de papéis em bobinas, com solução de resinas uréica e melamínicas, podendo impregnar papéis decorativos, balanços, overlays abrasivos e overlays líquidos para produção de laminados decorativos de baixa pressão (BP) e pisos laminados.

Estes papéis serão incorporados nas chapas de MDF (cruas ou sem acabamento, apenas lixadas) no processo seguinte, de laminação, que será o foco deste trabalho de pesquisa.

O processo de impregnação é dividido basicamente em etapas, visando a penetração da resina nos poros e fibras do papel:

- Preparação de Resinas;
- Alimentação de papel;
- Mecanismo de impregnação;
- Coater;
- Secagem;
- Resfriamento;
- Rebobinação;
- Classificação;
- Embalagem e Armazenamento.

Durante o processo de fabricação dos laminados decorativos de baixa pressão e do piso laminado, ocorrem modificações estruturais no conjunto papel+resina, associadas à evolução da condensação da resina que se inicia dentro do reator (fabricação da resina).

Nesse caso, para um dado sistema de impregnação (conjunto que reúne todas as características da formulação, condições de processo e especificações) proporcionara o máximo de *flow* possível para um dado papel impregnado, o que garante o seu melhor desempenho enquanto insumo para a laminação.

O *flow* da resina de um papel impregnado é uma característica que exprime a sua mobilidade durante o processo de laminação e em um nível adequado garante o recobrimento por completo da superfície, proporcionando a qualidade aparente e tecnológica satisfatória.

Para que o processo seja eficaz, a resina tem que manter a estabilidade, ou seja, deve buscar desde a sua síntese (relação molar, utilização de plastificantes, etc.) até o processo de impregnação, onde principalmente nas etapas de preparação da formulação (devido à adição de catalisador) e de secagem podem levar a resina do papel impregnado a um estágio de pré-cura, já com presença de ligações cruzadas.

Em sequência, com o conjunto substrato+papel impregnado sendo submetido à laminação, mediante ação de temperatura e pressão adequada. Nesse estágio, a resina já está completamente curada e promoveu a ancoragem do papel ao substrato, bem como a construção de uma camada externa de proteção ao papel.

É na cozinha de cola que as resinas são preparadas e testadas antes de seguir para o mecanismo de impregnação. As resinas+aditivos são preparadas em bateladas, quantidade previamente estipuladas nas receitas de preparação da resina. A dosagem dos componentes é realizada da seguinte forma:

- As resinas são dosadas na balança global;
- Os aditivos são dosados na sub-balança;
- O pigmento é dosado em uma balança separada (balança de pigmento);
- A água do processo é dosada na balança global.

Os componentes são dosados um após o outro conforme a ordem de dosagem programada de forma automática. Os aditivos são dosados na sub-balança e depois encaminhados um a um, para a balança global onde são misturados por um agitador mecânico com a resina e água. A mistura é então descarregada para os reservatórios, conforme o sistema de impregnação que será realizada.

Entre os sistemas de impregnação, observa-se que ainda não existe um sistema com o uso 100% de resina uréica pelos seguintes motivos: o papel fica com baixa impermeabilidade e “bloca”, é facilmente atacado por produtos químicos (baixa resistência química), gera porosidade e risca com facilidade o produto laminado. O operador da cozinha de cola é o responsável pelo recebimento de resinas e aditivos, preparo de catalisadores e alguns aditivos, testes de qualidades tecnológicas da resina, limpeza operacionais e controle de perdas.

2.3 Laminação de chapas

A Laminação (Foto 5) da unidade produz chapas revestidas em uma ou duas faces com papel laminado de baixa pressão, apresentando superfície lisa ou texturada, acabamento semi-fosco ou brilhante, disponível em diversos padrões

madeirados, unicolores e fantasias, permitindo as mais variadas aplicações na indústria moveleira.

Os insumos recebidos no processo são os papéis decorativos e os substratos. Os papéis são impregnados na própria unidade, com o uso de resinas uréia-formol e melamina-formol.

Já os substratos (chapa base sem revestimento) podem ser classificados em: MDF, HDF (chapa de fibra de alta densidade) e MDP.

Foto 5: Prensa da laminação MDF



Fonte: Empresa foco do estudo

O processo de laminação consiste basicamente em levar o conjunto substrato e papel impregnado a uma prensa plana, onde ocorrerá o processo de termo fusão do papel com o substrato, com condições pré-determinadas de alta temperatura e pressão.

2.3.1 A importância da prensa para a qualidade

Após as chapas receberem os papéis impregnados nas estações de papel da linha, as mesmas são transportadas por correias e recebem uma carga eletrostática na entrada da prensa, a fim de que o papel fique bem posicionado e tenha aderência durante o processo.

Na linha de laminação, a prensagem é a operação mais importante, onde define a qualidade aparente e tecnológica do produto. As principais variáveis a serem controladas durante a prensagem são:

- Ciclo de prensagem: soma do tempo gasto entre o “tempo morto” (carga e descarga das chapas sob a prensa) e “tempo efetivo” (duração da prensagem descrita na CF);
- Temperatura: as placas texturadas da prensa são protegidas por uma manta de compensação, que faz com que o calor dos pratos de aquecimento tenha uma distribuição uniforme;
- Pressão: Os cilindros hidráulicos da prensa possuem regulagens na UM (Unidade de Medida) Bar. Cada material possui uma pressão especificada na CF (Condição de Fabricação).

Os valores destas variáveis estão todos definidos nas CF's de cada produto a ser laminado.

Alguns problemas podem ocorrer no processo de prensagem, afetando diretamente na qualidade do produto e no rendimento do setor, tais como:

- Chapas escorregando ao serem depositadas na prensa;
- Papel decorativo rasgando no processo do carro de transporte de chapas na prensa;
- Presença de manchas foscas ou esbranquiçadas no produto final;
- Chapas grudando no prato inferior e/ou superior da prensa;
- Presença da marca das ventosas de sucção do carro de transporte no produto final;
- Presença de estrias no produto acabado.

2.3.2 A energia térmica

O calor é parte fundamental para o funcionamento do processo de produção e prensagem. Vinda das caldeiras, a energia térmica alimenta dois sistemas hidráulicos simultâneos, que por meio de dutos, enviam o óleo térmico até a linha de produção.

A unidade hidráulica fica localizada ao lado da prensa (Foto 6), e é constituída por válvulas, bombas de circulação de óleo, motor ventilador radiador,

bombas de filtragem, bombas de alta pressão, acumuladores de pressão e bombas de óleo térmico.

Foto 6: Sistema hidráulico de aquecimento



Fonte: Empresa foco do estudo

Para que a energia térmica seja distribuída uniformemente sobre o material são usadas mantas, constituídas por filamentos de poliamida (79%) e cobre (21%). Sua temperatura máxima de operação é de 220°C à 450N/cm².

2.3.3 Principais defeitos no produto acabado

Os defeitos do produto acabado podem ser visualizados no setor de Classificação, onde o produto é qualificado como material de primeira ou refugo, mediante sua aparência. Na Classificação, também são retiradas chapas a serem realizados testes que valem por certa quantidade de prensadas, variando de cada CF.

Defeitos por impregnação de papel:

- Manchas de impregnação;
- Papel bloqueado;
- Sujeira no papel (pintas pretas ou insetos).

Defeitos com causa na laminação e visíveis na Classificação:

- Papel deslocado no topo ou lateral;
- Prensado fora de posição;
- Esbranquiçamento;
- Mancha de temperatura ou umidade;
- Bolha no substrato;
- Colocação de duas folhas de papel sobrepostas.

Defeitos com causa na laminação que são encontrados em testes de qualidade:

- Porosidade;
- Cura do papel;
- Brilho;
- Marcas foscas;
- Diferenças de tonalidade.

2.3.4 A manutenção no setor de laminação

Na área de laminação, a manutenção é importante como em toda a fábrica. Pois ela garante o funcionamento dos equipamentos e a confiabilidade dos mesmos. O setor produtivo em questão trabalha 30 dias no mês, em três turnos que totalizam 24 horas trabalhadas por dia. Com um rendimento horário de 84%, podemos calcular o tempo de paradas por turno, sendo 77 minutos disponíveis entre paradas geradas tanto pela produção, quanto pela mecânica ou elétrica.

A manutenção nos ajuda a alcançar o rendimento horário do setor, nos garantindo metas cumpridas e eliminando desperdícios. Pois o não cumprimento e realização da manutenção podem acarretar em paradas não programadas, afetando diretamente nos resultados esperados.

2.4 Manutenção Industrial

A Manutenção Industrial envolve procedimentos que quando realizados em conjunto, têm como foco principal o bom funcionamento e desempenho dos equipamentos.

De acordo com a ABNT (NBR 5462/1994) manutenção é um conjunto de ações técnicas e administrativas que tange como um todo o ramo e área industrial como um sistema único que destina manter ou recolocar um equipamento, instalação ou maquinário de um determinado setor, sendo assim, sua função primordial é realizar intervenções corretas e oportunas buscando manter em ordem o funcionamento dos equipamentos.

Kardec, Nascif e Baroni (2002, p. 23) definem a manutenção industrial como “garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção e a preservação do meio ambiente, com confiabilidade, segurança e custos adequados”.

Segundo Slack et al., (2002), o termo manutenção é usado para entender a maneira com que as organizações buscam evitar as falhas, cuidando de seus equipamentos. Mais amplamente dizendo, a manutenção industrial de equipamentos e máquinas são ações necessárias em conjunto para prolongar a vida útil e a confiabilidade dos componentes, minimizando a probabilidade de realizar manutenções corretivas e diminuir o índice de queda direta da manutenção com relação a produção fabril.

Novamente, de acordo com Kardec, Nascif e Baroni (2002, p. 11):

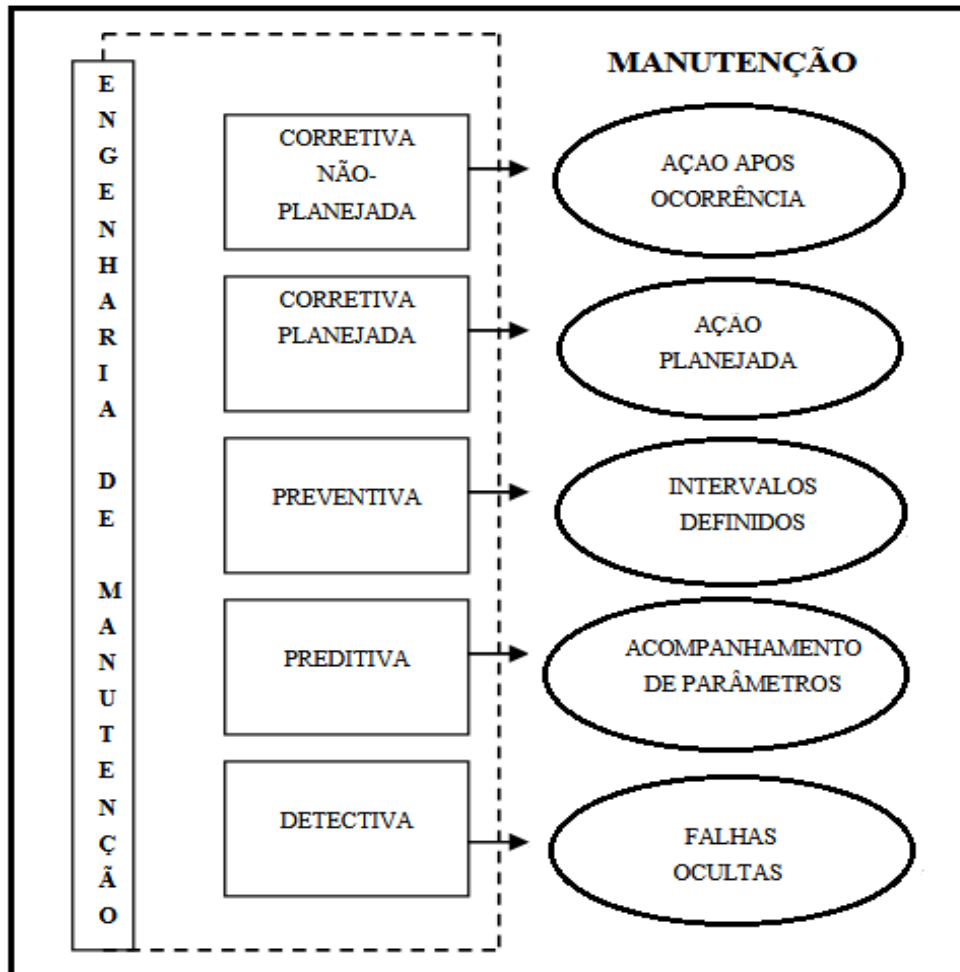
A atividade de manutenção precisa deixar de ser apenas eficiente para se tornar eficaz; ou seja, não basta, apenas, reparar o equipamento ou instalação tão rápido quanto possível, mas, principalmente, é preciso manter a função do equipamento disponível para a operação, evitar a falha do equipamento e reduzir os riscos de uma parada de produção não planejada.

Já para Souza (2001, p .20),

A manutenção industrial busca assegurar as operações corretas dos equipamentos e obter a maior disponibilidade possível, ou seja, sustentação do sistema sem desviar o objetivo da elevação das receitas (rentabilidade).

Para isso, devem-se conhecer os tipos de manutenções utilizadas no contexto das indústrias, que podem ser subdivididas em categorias, como demonstrado na Figura 4 a seguir:

Figura 4: Engenharia de Manutenção



Fonte: Disponível em <https://fga.unb.br/articles/0001/9405/TCC_FGA.pdf> Acesso em: 07 nov.2018

Par um melhor entendimento a seguir será apresentado definições rápidas sobre as manutenções descritas na Figura 4.

2.4.1 Manutenção Corretiva

Este tipo de manutenção é realizado após uma ocorrência de falha, na qual se deve recolocar o equipamento na sua condição de função necessária. Apesar de ser o tipo de manutenção mais realizada, ela também é a que envolve

maiores custos, chegando a no mínimo sete vezes mais cara do que as demais manutenções.

De acordo com Slack et al. (2002, p. 625), “a manutenção corretiva significa deixar as instalações continuarem a operar até que quebrem. O trabalho de manutenção é realizado somente após a quebra do equipamento ter ocorrido [...]”.

Também possui os maiores tempos de trabalho necessário, e conseqüentemente, maiores prejuízos para as empresas. De acordo com dados obtidos, 69% das empresas brasileiras realizam somente este tipo de manutenção em seus ativos.

A Manutenção Corretiva pode ser classificada em dois subtipos:

- Não planejada (Emergencial): ocorre quando não há um agendamento, de última hora, como uma pane, por exemplo. Tende a ter um custo mais elevado, havendo perdas na produção já que requer mais tempo de reparo.
- Planejada (Programada): é realizada quando há uma detecção durante o processo produtivo do equipamento. Seu custo é menor, comparado à manutenção não planejada, porém ainda existem perdas significativas tendo em vista o baixo rendimento da produtividade e desempenho dos equipamentos.

2.4.2 Manutenção Preventiva

Manutenção Preventiva é a manutenção realizada em intervalos de tempo pré-estabelecidos, de acordo com prescrições, buscando minimizar as possibilidades de falha ou a degradação do equipamento com relação as suas condições originais, e prevenir o surgimento de danos nos mesmos. Seu resultado tende a ser mais eficiente nos equipamentos onde falhas ocorrem devido à idade do equipamento.

Para Slack et al. (2002, p. 645), este tipo de manutenção

Visa eliminar ou reduzir as probabilidades de falhas por manutenção (limpeza, lubrificação, substituição e verificação) das instalações em intervalos de tempo pré-planejados.

Assim, destacam-se quatro pontos, também conhecidos como “gatilhos”: intervalos predeterminados, critérios específicos e a redução da

probabilidade de falhas. Os gatilhos são como condições específicas que determinam o momento em que um equipamento deve passar por uma manutenção.

São subdivididos basicamente quatro gatilhos:

- Tempo: Exemplo – Lubrificar correntes a cada 2 meses.
- Horas de funcionamento: Exemplo – Lubrificar correntes a cada 1000 horas.
- Produtividade: Exemplo – Lubrificar correntes a cada 200 peças.
- Gatilho Misto: Exemplo – Lubrificar correntes a cada 2 meses, 1000 horas de funcionamento ou 200 peças produzidas. O que ocorrer primeiro.

De acordo com Almeida (2000), todos os programas no âmbito da gerência de manutenção preventiva devem assumir que as máquinas estão em um processo contínuo de desgaste ou degradação, com um quadro típico e singular segundo o tipo de equipamento e seu nível de utilização.

Esta consideração oferece a base para que os planos de manutenção sejam estabelecidos.

2.4.3 Manutenção Preditiva

Segundo Kardec, Nascif e Baroni (2002), a manutenção preditiva tem como princípio a aplicação um método usado com a finalidade de mostrar as reais condições das máquinas e seu funcionamento, utilizando dados que informem seu processo de degradação e desgaste. Os monitoramentos são regulares, observando as condições de componentes mecânicos, elétricos, pneumáticos, eletrônicos e hidráulicos das máquinas e equipamentos, e ainda é avaliado o rendimento operacional quanto aos seus processos.

Tendo em vista a proposta do método de Manutenção Preditiva, podemos observar alguns dos seus principais objetivos:

- Antecipar a necessidade de serviços de manutenção em um componente ou máquina em específico;
- Eliminar o tempo desperdiçado em desmontagens desnecessárias para inspeções;
- Aumentar a vida útil dos equipamentos;

- Impedir o aumento de danos;
- Aumentar o grau de confiabilidade dos componentes;
- Reduzir as intervenções corretivas.

Ainda segundo Almeida (2000) a manutenção preditiva representa um meio de se melhorar a produtividade da empresa, a partir do aumento da qualidade do produto, a redução dos custos de produção (possibilitando o aumento do lucro), e o aumento da disponibilidade das plantas industriais de manufatura ou de produção.

2.4.4 Manutenção Detectiva

A manutenção detectiva é uma ferramenta de manutenção que busca identificar as causas das falhas e anomalias, contribuindo com os planos de manutenção, com o intuito de atuar na origem do problema, e não apenas no seu sintoma.

No contexto aqui estudado trata-se do envolvimento dos atores envolvidos na detecção de possíveis falhas analisando a operação dos equipamentos no dia a dia, como será proposto na utilização da ferramenta analisada.

Já Kardec e Xavier (1998), afirmam que a identificação de falhas ocultas é primordial para garantir a confiabilidade dos equipamentos diferenciando-se da manutenção preditiva pelo nível possível de automatização.

Suas características são a possibilidade de detecção e correção de falhas com o sistema operante, e a crescente importância devido ao aumento da automação dos sistemas. (PINTO; XAVIER, 2001).

Portanto, pode-se dizer que a manutenção detectiva é uma análise de causas de falhas e problemas, com o intuito de colaborar com os planos de manutenção, antecedendo-se à própria manutenção preditiva e buscando ações efetivas a fim de que o problema não venha a ocorrer novamente.

2.5 A ferramenta TPM

Atualmente para a sobrevivência das organizações no mercado competitivo, elas devem se adaptar rapidamente as mudanças que vem ocorrendo a nível mundial, onde conta com sua habilidade e rapidez de inovar e realizar melhorias contínuas em seu processo produtivo.

Produzir a penas não é mais o suficiente, é preciso competir com qualidade. Segundo Deming (1990, p. 125), "qualidade é atender continuamente às necessidades dos clientes a um preço que eles estejam dispostos a pagar".

Há pouco tempo atrás, a manutenção industrial era considerada como fator de custos e gastos, onde as manutenções eram vistas somente como pura troca de peças.

Com a concorrência por mercado cada vez mais acirrada, as organizações passam a analisar a manutenção industrial como fator de qualidade e produtividade. Pois as paradas de máquinas, durante a produção, podem significar perda de clientes para concorrência e afetar a qualidade de seu produto.

De acordo com Kardec, Nascif e Baroni (2002), a grande maioria das empresas brasileiras atua dentro do modelo de paradigma passado, algumas estão em transição para o moderno, e somente uma minoria estão dentro dos paradigmas futuros e buscando grandes avanços e resultados empresariais.

Para a sobrevivência das empresas é necessário adequar a qualidade de seus produtos e serviços a exigências de padrões mundiais, buscando o controle pela qualidade total (TQC).

O TQC é uma nova filosofia, que influencia na maneira de conduzir os negócios, com o intuito de evitar prejuízos com defeitos, erros na produção e consequentemente desperdícios.

A TPM é uma das ferramentas mais utilizadas nas indústrias, com o intuito da participação de todos colaboradores da empresa, que se inicia na alta direção até o chão de fábrica, buscando uma mudança cultural, zero de defeito, controle de qualidade, controle autônomo. (MORAES, 2004).

Com o intuito do autocontrole, levando essa mentalidade até o fim, "cada um cuida do equipamento que utiliza".

Nesse contexto surge então os 8 pilares da TPM.

➤ Manutenção Autônoma

- Melhoria individual
- Manutenção Planejada
- Educação e treinamento
- Projeto MP
- Meio ambiente, Higiene e segurança.
- Manutenção da qualidade
- Controle Administrativo

A TPM tem como objetivo melhorar a produtividade com a conservação dos equipamentos, através de limpezas, inspeções regulares e melhoria para corrigir e prevenir quebras.

De acordo Moraes (2004, p. 33), a respeito do TPM destaca que o

Esforço elevado na implementação de uma cultura corporativa que busca a melhoria da eficiência dos sistemas produtivos, por meio da prevenção de todos os tipos de perdas, atingindo assim o zero acidente, zero defeito e zero falhas durante todo o ciclo de vida dos equipamentos, cobrindo todos os departamentos da empresa incluindo Produção, Desenvolvimento, Marketing e Administração, requerendo o complexo envolvimento desde a alta Administração até a frente de operação com as atividades de pequenos grupos.

O TPM é o melhoramento da empresa através da melhoria de todos envolvidos e da fábrica (máquinas).

Melhoria das máquinas

- Melhoria dos equipamentos existentes
- Melhoria dos projetos de novos equipamentos

Melhoria do indivíduo

- Operador: Capacidade para conservação.
- Manutenção: Capacidade tecnológica.
- Engenharia Industrial: Criação de equipamentos que não requeiram manutenção.

Manutenção Produtiva Total (TPM)

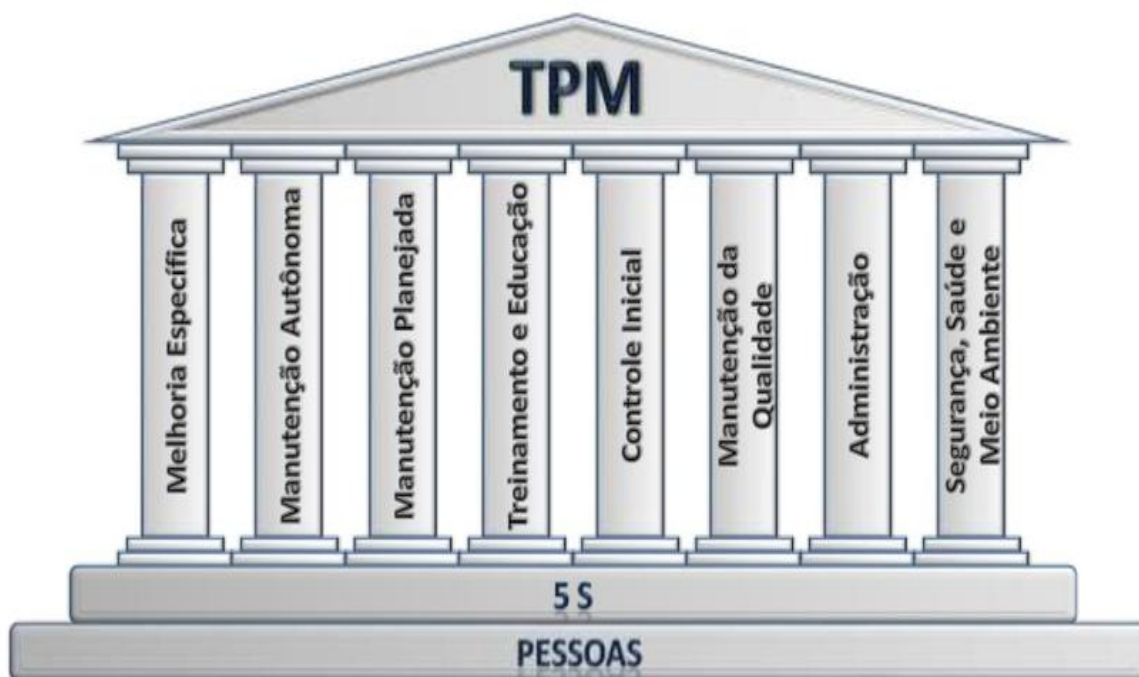
- T: Todos os Departamentos, Funções e recursos. Com participação de todos.
- P: Perfeita eficiência do equipamento, tanto na certeza da qualidade quanto no desempenho, até tornar-se tecnicamente obsoleto.

- M: Manutenção preventiva mais que corretiva com esforços contínuos do pessoal da produção para ampliar a capacidade e a flexibilidade de produção.

2.5.1 8 Pilares

Em busca de engajar toda a organização, a ferramenta TPM é sustentada por oito pilares, onde todos eles têm como base a ferramenta 5S, na qual irá preparar a empresa para a mudança da TPM, a ferramenta é estruturada a partir de 8 Pilares que podem ser exemplificados no Figura 5, a seguir. (MORAES, 2004).

Figura 5: Exemplo dos Pilares do TPM



Fonte: Disponível em: <<https://www.researchgate.net...>> Acesso em: 15 nov.2018.

Segundo Moraes (2004), os 8 pilares podem ser descritos a partir de seus objetivos da seguinte forma:

Pilar de Manutenção Autônoma→O pilar de Manutenção Autônoma, é o que envolve o maior número de pessoas, tendo em vista o tamanho da mudança a ser realizada. Com isso, busca-se a melhoria da eficiência dos equipamentos, desenvolvendo a capacidade dos operadores para a execução de pequenos reparos e inspeções, mantendo o processo de acordo com padrões

estabelecidos, antecipando-se aos problemas potenciais, e será mais bem detalhada a seguir por ser o foco do estudo.

Pilar de Manutenção Planejada→ Com a objetivação da Quebra Zero, o planejamento da manutenção busca o aumento da eficiência e eficácia dos equipamentos e máquinas, e também o seu aumento da confiabilidade e disponibilidade. Aqui são criados os planos de ação, na qual fazem parte a manutenção preventiva, preditiva, e se necessário, a corretiva.

Pilar de Melhorias Específicas→ Todos os processos são passíveis de melhorias, e elas podem ser identificadas no decorrer da manutenção autônoma e manutenção planejada. As melhorias podem possuir diversos objetivos, como a redução de custos operacionais, diminuição da duração de setups e aumento do padrão produtivo. Para isso, é necessário o envolvimento de grupos com conhecimentos diversificados, aumentando assim as chances de solucionar problemas e criando melhorias contínuas.

Pilar de Educação e Treinamento→ Neste pilar, deve-se desenvolver pessoas, para que em seguida, elas possam criar melhorias nos processos. Busca-se mão de obra mais capacitada, e continuamente deve-se acompanhar os avanços da área e treinar os envolvidos.

Pilar de Segurança, Saúde e Meio Ambiente→ O objetivo central desse pilar é o acidente zero, preservando a saúde e o bem-estar dos colaboradores e do meio ambiente em que se interagem.

Pilar de Manutenção da Qualidade→ Busca constante de condições para a alta qualidade e defeito zero, controlando máquinas, materiais, mão de obra e métodos. Para isso, são realizadas medições periódicas nas condições dos equipamentos e a padronização na produção.

Pilar de Controle Inicial→ Este método aplica-se em novos equipamentos e processos, que se incorporaram ao processo após necessidades identificadas na implantação da metodologia TPM. O controle inicial é o tempo entre a etapa de especificação até a partida do equipamento, quando o mesmo é entregue a produção para a operação.

Pilar de Gestão Administrativa→ Algumas áreas administrativas ajudam nas atividades da produção, transformando seus processos e os deixando mais seguros, ágeis e claros.

De acordo com Suzuki (1994), as empresas devem selecionar e pôr em prática atividades de pilares que busquem eficiente e eficazmente os objetivos estratégicos da TPM, ainda que diferentes empresas possam selecionar pilares distintos.

2.5.2 Pilar de MA

O pilar busca a melhoria da eficiência dos equipamentos, desenvolvendo a capacidade dos operadores para a execução de pequenos reparos e inspeções, aumentando a autonomia dos mesmos e mantendo o processo de acordo com padrões estabelecidos, antecipando-se aos problemas potenciais. Essa autonomia consiste em uma rotina de manutenção visando à melhoria contínua e o cuidado com os ativos da empresa, incorporando a mentalidade de “dono”.

A MA é um dos pilares mais importantes de sustentação da TPM (SUZUKI, 1994). Pode ser entendida como o processo de capacitação de operadores, tornando-os aptos a promover mudanças em equipamentos e em sistemas de produção que garantam altos níveis de produtividade no ambiente de trabalho (NAKAJIMA, 1989).

O pilar de MA é o que mais envolve pessoas, buscando melhoria da eficiência dos equipamentos, desenvolvendo a capacidade dos operadores para a execução de pequenos reparos e inspeções, mantendo o processo de acordo com padrões estabelecidos, antecipando-se aos problemas potenciais. (SALTORATO; CINTRA, 1999).

A MA desenvolve operadores com habilidades, e que passam a trabalhar em conjunto com o setor de manutenção, não transferindo para a produção a responsabilidade pela manutenção, mas sim, a responsabilidade pela máquina. Algumas características devem ser desenvolvidas nos operadores, tais como:

- Capacidade para descobrir anormalidades;
- Capacidade de tratamento e recuperação;
- Capacidade para definir as condições do equipamento;
- Capacidade de cumprir as normas para manutenção da situação (limpeza, lubrificação e inspeção).

Pode-se observar a seguir na Figura 6, uma demonstração gráfica do que se imagina serem as possíveis causas e efeitos em um equipamento com falta de realização da manutenção autônoma. As falhas quando se tornam visíveis, já é resultado da quebra do equipamento, e falhas ocultas, possíveis motivos da quebra do mesmo, são detectadas com a realização da MA.

Figura 6: Exemplo de Causa e Efeito



Fonte: Disponível em: <<http://www.feapaesp.org.br/...>>. Acesso em: 18 nov.2018.

A MA, de maneira geral, ensina os colaboradores a trabalhar em equipe, cuidar melhor dos equipamentos por meio dos planos de limpeza, inspeção e lubrificação, ajudando a descobrir as deficiências dos equipamentos e mostrar qual o potencial de cada máquina.

As quebras que são resultantes do manuseio imposto pelo homem, e para eliminá-las, devemos atuar sobre o próprio homem na conscientização e comportamento. Elas não são inevitáveis, mas dependem da mudança de atitudes de todos com o foco na operação e manutenção.

Devido às habilidades do profissional de engenharia de produção, o mesmo é apto para implantação da ferramenta e a mensuração e análise dos resultados obtidos, buscando a maximização da produção e diminuição de custos.

2.5.3 Fases da implantação do MA

A empresa foco de estudo, em questão estratégica adaptou os passos de implantação da ferramenta de MA para chegar ao modelo considerado, à época, como ideal para suas condições e situação, tendo as etapas definidas a partir de níveis conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1: Nível de implantação MA

Nível MA	Descrição	Atividade (evidência)
Nível 4	Consolidação e melhoramento contínuo de indicadores de performances das linhas de produção e redução de custos Análise de quebras	Atingimentos de metas crescentes (Análise Crítica da Direção – SGQ) Planilhas de análise de quebras seguindo fluxo de análise rápida
Nível 3	Realização de intervenções simples nos equipamentos pelos próprios operadores (ex: alinhamentos de sensores, ajustes de ferramentas e lubrificações, todos simples) Implantação de melhorias que visam reduzir perdas (matéria-prima, paradas, cadência, qualidade, energia, meio ambiente, ferramentas e outros itens que possam ser relacionados a desperdícios) Otimizar o sistema de manutenção visando aumento da disponibilidade e redução de custos através da revisão dos planos preventivos (expurgo das atividades constantes nos check list MA) e adoção de manutenção condicional <ul style="list-style-type: none"> • Conhecimento profundo do equipamento (composição lógica) • Roteiro de Lubrificações 	LPP's de Intervenção Grupos de Trabalho APG's Programa de Sugestões Kaizen Planos preventivos revisados e check list MA coerentes Planos preventivos com tarefas de medições do estado dos componentes e limites de trabalho Ordens de serviço com correção de desvios relativos aos limites de trabalho Cursos de conhecimento de equipamento Check List de lubrificação/ LPP de Lubrificação
Nível 2	Aumentar a capacidade de detecção de anomalias (antes que evoluam para quebras) <ul style="list-style-type: none"> • Capacitação para realizar as inspeções • Roteiro de inspeção sensitiva sistemática (5 sentidos) 	LPP's de inspeção Check list MA
Nível 1	Restaurar os equipamentos às suas condições nominais <ul style="list-style-type: none"> • Limpeza • Detecção de anomalias • Facilitar o acesso • Reduzir as fontes de sujeira Instrução para conservação (pró-atividade) Gestão de grupo	Plano de Limpeza Etiquetagem Melhorias Aproveitamento das oportunidades Reuniões e atas

Fonte: Empresa foco do estudo.

Para os níveis 1 e 2 foram implantadas atividades de restauração e detecção de anomalias.

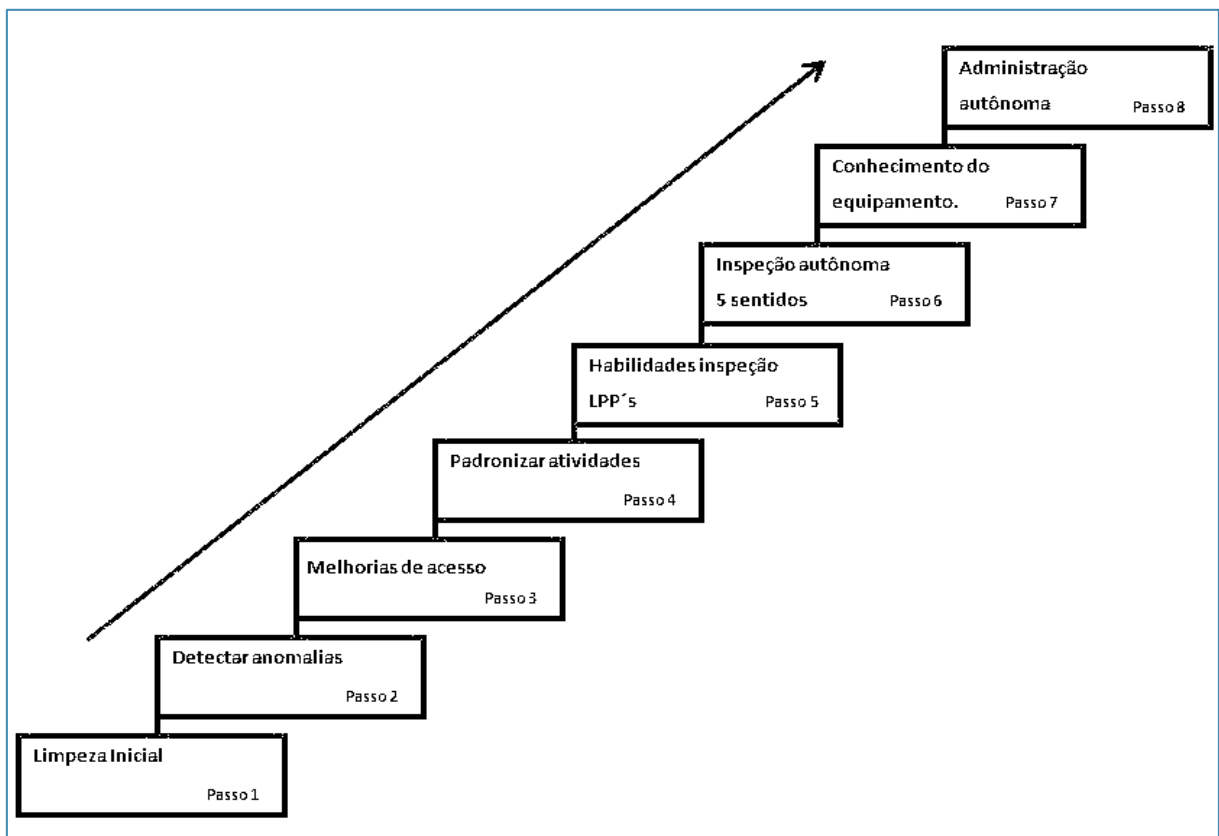
Já para o nível 3, são associadas atividades da manutenção e de outras ferramentas de melhoria, Atividade de Pequenos Grupos (APG) e Kaizen. Estas atividades contribuem para resultados de conservação e desempenho das linhas de produção.

Para o nível 4 de consolidação e melhoramento contínuo, foram ser evidenciadas evoluções de indicadores e metas atingidas. Neste nível, as quebras do equipamento também são analisadas buscando melhoria contínua através dos *check list* e LPP.

Estrategicamente as atividades podem ser implantadas sem o critério crescente de passos, porém os níveis mais altos da MA são atingidos após também se atender completamente os passos anteriores.

Para cada passo, foram definidas atividades que evidenciaríamos o grau de evolução da metodologia conforme demonstrado na Figura 7.

Figura 7: 8 Passos para desenvolvimento da manutenção autônoma



Fonte: Empresa foco do estudo.

Os passos de implantação seguem uma sequência que deve ser obedecida e realizada de maneira correta para que se tenha êxito na implantação da ferramenta. A seguir, uma breve explicação de cada passo:

Passo 1 – Limpeza inicial (Nível 1)→ Nesse primeiro passo, o facilitador deve limpar completamente a máquina e áreas próximas a ela, eliminando sujeira e resíduos. Deve ser feita a limpeza das máquinas parte a parte, montar um posto de limpeza com o material necessário para efetuar a tarefa, elaborar um plano de limpeza que envolva todos os colaboradores, buscar a realização das tarefas sempre com segurança e a criação de um dia específico para que seja feita a limpeza inicial geral. Tudo deve ser organizado para ser eficaz e não interferir com a rotina de produção.

A falta de uma limpeza adequada gera vários problemas:

- Nas partes móveis: A sujeira pouco a pouco penetra e provoca desgaste excessivo, entupimento, vazamentos, quebras, perda de precisão, falhas de operação, defeitos nos produtos, etc.
- Nos componentes elétricos e eletrônicos: A sujeira provoca mau contato, estática, curto circuito. Causando custos de manutenção, perdas de produção, acidentes pessoais.

Passo 2 – Detectar anomalias (Nível 1)→ O segundo passo busca inspecionar os equipamentos e detectar anomalias. Isso é feito verificando se a situação encontrada está de acordo com a situação normal padrão.

O facilitador também deve distinguir o normal do anormal. O Normal não pode ser uma situação aceitável ou possível, e deve ser uma situação que não gera perdas. É necessária a criação de um padrão de referência para tal.

Uma ferramenta fundamental para esse passo são os 4 sentidos, onde eles nos permitem detectar inúmeras condições anormais:

- Visão: Permite-nos detectar possíveis vazamentos, afrouxamento, falta de componente, solda, empeno, danos, deformação, falta de lubrificação, sujeira, etc.
- Audição: Auxilia na percepção de ruídos anormais, ressonância, atrito, vazamentos, etc.

- Olfato: Possível detectar sobreaquecimento, vapores, gases, etc.
- Tato: Facilita a detecção de temperaturas, vazamentos, vibração, folga, atrito, desgaste, trinca, ressalto, calo, etc.

Passo 3 – Melhorias de Acesso (Nível 1)→ Essa etapa busca reduzir ao máximo o tempo necessário para limpeza, lubrificação e inspeção, melhorando a manutentabilidade e tornando a administração e/ou gerenciamento mais transparente através de simples controles visuais. É importante que as melhorias sejam discutidas com o grupo, para serem eficazes e de baixo custo.

Passo 4 – Padronizar Atividades (Nível 1)→ Nesse passo busca-se elaborar padrões de inspeção, limpeza e lubrificação para controlar as atividades básicas, evitando a deterioração dos equipamentos, como por exemplo:

- Plano de limpeza – Cronograma previsto para a realização das atividades de limpeza das linhas/ equipamentos;
- Cronograma de *check list* inspeção – roteiro com a sequência prevista para realização das inspeções periódicas pela produção;
- Cronograma de *check list* de lubrificação – roteiro com a sequência prevista para realização das lubrificações periódicas pela produção;
- Caderno de manutenção autônoma – Caderno para registro das atividades de MA realizadas (paradas para sua realização).

Passo 5 – Habilidades de Inspeção LPP's (Nível 2)→ No quarto passo, deve-se desenvolver nos operadores habilidades para realizar inspeção nos equipamentos. Os operadores aprendem a reconhecer as condições ótimas de funcionamento dos equipamentos e desenvolvem habilidades para diagnosticar falhas e fazer reparos simples.

Para auxiliar nesse passo utilizamos as LPP (Lição Ponto a Ponto), que têm como funções principais:

- Capacitar o operador para realizar corretamente a MA;
- Capacitar o manutentor para realizar corretamente a manutenção preventiva;

- Capacitar o pessoal técnico e de apoio para atividades técnicas.

Passo 6 – Inspeção autônoma - 5 sentidos (Nível 2) → Um de seus meios é o *check list*, que nada mais é que um formulário de inspeção dos pontos críticos (pontos considerados importantes) de um determinado equipamento.

É muito importante o uso de fotos para que os pontos críticos sejam ilustrados de forma clara e facilite o cumprimento do *check list* por todos os operadores.

Com isso, seu objetivo é identificar todos os pontos críticos do equipamento que devem ser inspecionados (limpeza, conservação, inspeção, reparo) focando locais críticos como quebras, qualidade e segurança.

Deve-se utilizar o conhecimento adquirido nos passos anteriores para inspecionar a máquina (abertura de etiquetas), inclusão de novos pontos de inspeção, através do *check list* de inspeção/lubrificação – roteiro que determina quais pontos serão verificados e como serão verificados.

Após a elaboração do *check list*, ainda fica pendente a colagem das etiquetas de inspeção para identificar no equipamento o número do ponto, local e tipo de inspeção a ser realizada. Para isso têm-se três tipos de etiquetas de inspeção conforme exemplificado na Figura 8:

Figura 8: Etiquetas de inspeção



Fonte: Empresa foco do estudo.

A colagem das etiquetas é feita sempre o mais próximo do equipamento (Figura 9) a ser inspecionado e apontado ao mesmo.

Na colagem das etiquetas, se no ponto indicado existir mais de um tipo de inspeção, o selo a ser usado deve ser o mais a direita indicado, assim como mostra na Figura 11, seguindo o sentido de preferência para selagem.

Figura 9: Exemplo de colagem das etiquetas



Fonte: Empresa foco do estudo.

Passo 7 – Conhecimento do equipamento (Nível 3)→ Nessa etapa utilizam-se muitos treinamentos, para fazer com que o operador domine a máquina e seja capaz de estabelecer condições apropriadas. Como exemplo, pode-se citar o uso de APG's, onde são elaborados cursos de conhecimento específico dos equipamentos.

Passo 8 – Administração autônoma (Nível 4)→ No último passo, o operador continua a se especializar no diagnóstico dos problemas e em restaurações das máquinas, tornando-se responsável, consciente e autônomo. Agora, o mesmo sabe analisar as informações sobre eficácia e produtividade e a chefia monitora os grupos. Ele será cobrado por:

- Dedicar-se às melhorias que permitem alcançar as metas da empresa;
- Coletar e analisar os dados que permitam visualizar melhorias na disponibilidade, na manutentabilidade e na operacionalidade;

- Empenhar-se para o melhoramento contínuo;
 - Aprender a registrar e analisar dados dos equipamentos;
- Efetuar pequenas intervenções.

2.6 Atuação do Engenheiro de Produção na indústria

A competição do mercado força as empresas a buscar cada vez mais, engenheiros qualificados para conseguir adequar os processos produtivos às exigências cada vez maiores que o mercado vem impondo aos produtos.

Suas competências e habilidades profissionais podem facilitar como e o que fazer para atingir os objetivos organizacionais (CHRYSSLOURIS et al., 2013). Assim, os funcionários aptos a enxergar as oportunidades de melhoria e aplicar soluções concretas são fundamentais para um sistema de produção ser competitivo. (WOMACK; JONES, 2004).

Segundo Borchardt (2009), podem-se definir as competências e habilidades do engenheiro de produção é uma demanda tanto das empresas quanto das instituições de ensino.

A origem mais remota desta modalidade foi quando o homem além de produzir preocupou-se em organizar, integrar, mecanizar, mensurar e aprimorar essa produção.

O engenheiro de produção tem a responsabilidade de gerenciar e aperfeiçoar processos, reduzindo custos e desperdícios. Trata-se do profissional responsável por todos os processos produtivos de uma organização, desde o manuseio da matéria prima até a entrega do produto final.

Para a FAAG (2018) o perfil do engenheiro de produção deve dedicar-se à concepção, melhoria e implementação de sistemas que envolvem pessoas, materiais, informações, equipamentos, energia e o ambiente. A engenharia de produção é menos tecnológica que as demais, porém, está associada com todas as outras engenharias tradicionais. Ela abrange e engloba um grande conjunto de conhecimentos e habilidades, especializados principalmente em física, matemática, ciências sociais, e um conjunto de projetos e análises de engenharia, para assim poder avaliar, prever e especificar resultados obtidos.

De acordo com a Resolução 1.010/05 do documento elaborado pela Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO) em 1998 (Engenharia de Produção: grade área e diretrizes curriculares), mostra que compete ao engenheiro de produção o projeto, sua implantação, sua operação, manutenção necessária e possíveis melhorias no sistema produtivo, envolvendo homens, materiais, recursos financeiros e informação. Também é responsabilidade a previsão e avaliação dos resultados obtidos nesses sistemas para a sociedade e o meio ambiente. (CUNHA, 1999).

Diante das áreas de atuação do Engenheiro de Produção, nota-se que o mercado é amplo para este profissional. Para isso, é de extrema importância que as instituições de ensino considerem as qualificações desejadas pelos empregadores, para que assim, possa proporcionar um ambiente mais realístico de aprendizagem, resultando em um profissional mais preparado para a resolução dos problemas na indústria (AYOB et al., 2013).

O perfil do Engenheiro de Produção se mostra um profissional versátil, com espírito crítico, criativo e com consciência em relação à sua atuação técnica, política, econômica e social, buscando sempre a otimização dos sistemas produtivos. A demanda principal vem das empresas buscando atender as necessidades de criar produtos e serviços que contenham a alta confiabilidade, inovação, preços competitivos, processos de fabricação e de distribuição sustentáveis e de baixo impacto ambiental (SLACK et al., 2002).

Desta forma entende-se que os Engenheiros de Produção devem cada vez mais buscar novas opções estratégicas para otimizar seus processos produtivos, sendo exatamente a proposta deste trabalho que é buscar demonstrar a ferramenta de TPM especificamente no pilar de MA como ferramenta para que estes profissionais possam alavancar os resultados de suas unidades fabris.

3. CENÁRIO DO ESTUDO

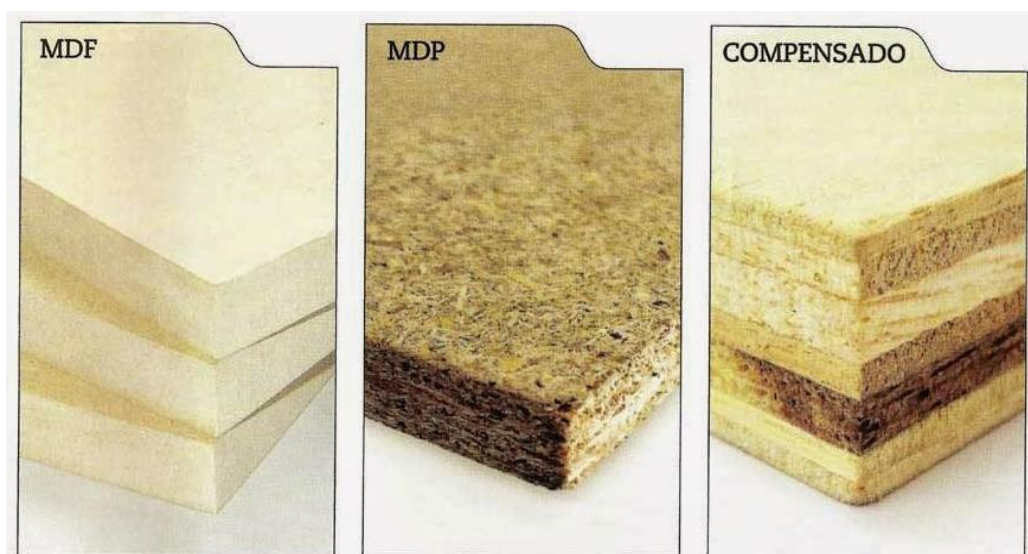
3.1 Grupo foco do estudo

O estudo tem como base de referência uma grande empresa internacional no ramo de chapas de MDF, instalada no interior paulista, que por motivos de sigilo de informações preferiu não ser identificada nominalmente, bem como os funcionários que contribuíram com a coleta de dados.

Com 67 anos de história, a empresa foco do estudo possui atualmente sete unidades florestais, dezessete unidades industriais no Brasil e três na Colômbia. Destaca-se que a empresa é pioneira no seu segmento de negócio, sendo atualmente líder no mercado onde atua considerada a maior.

No ano de 1950, a fibra de madeira era apenas importadora da Suécia, fazendo com que empresários observassem uma oportunidade de negócio na qual não existia concorrência interna. Estes empresários adquiriram equipamentos de uma empresa sueca, sendo que em 1951 fundaram seu próprio negócio da produção do produto já nesta cidade do interior paulista, nesta época produzindo um painel de aglomerado constituído de partículas de madeira aglutinada tecnicamente denominado de MDP. Como exemplo, a Figura 10 ilustra os dois produtos MDF e MDP citados.

Figura 10: Exemplo de MDF – MDP – Compensado



Fonte: Disponível em: <<http://b2btreinamentos.blogspot.com/...>>. Acesso em: 10 nov.2018.

A primeira fábrica foi fundada no interior de São Paulo, onde naquela época, sofreu enorme resistência por parte do mercado sob um novo produto nacional. Aos poucos a companhia foi ganhando força, e na década de 60, com a expansão das vendas e foco na qualidade da matéria-prima, conseguiu ser referência no país e virou sinônimo de confiança.

No final do século XX, foi implementada a primeira linha de fabricação de MDF no Brasil, também no interior de São Paulo, hoje, a empresa foco do estudo conta com mais de 12 mil colaboradores e com florestas que chegam a quase 300 mil hectares, tendo em seu holding não apenas o negócio de madeiras reconstituídas e florestas, mas também marcas de metais e louças sanitárias, duchas e torneiras elétricas, pisos laminados, pisos cerâmicos, indústria química, tecnologia e além de um braço financeiro bastante significativo.

O representante da empresa, quando indagado sobre esta caracterização histórica, destacou que a empresa muito se orgulha e faz questão que seus funcionários também tenham este sentimento, sobre as diversas certificações obtidas, que reconhecem os esforços para trilhar um caminho do desenvolvimento sustentável e a garantia de vantagem competitiva dos negócios. São elas:

- *Forest Stewardship Council (FSC)*: Foi a primeira empresa da América Latina a conquistar o selo de conselho de manejo florestal, que visa atividades social e economicamente viáveis e benéficas, e atesta que as mesmas são ambientalmente adequadas.
- *International Organization for Standardization (ISO)*: 11 das 17 unidades industriais possuem a norma internacional ISO 9001 de Sistemas de Gestão da Qualidade. Além do mais, 10 dessas unidades também possuem a certificação da ISO 14001 de Sistemas de Gestão Ambiental, atestando que sua atuação na sociedade está de acordo com padrões internacionais de qualidade e gestão.
- *Occupational Health and Safety Assessment Series (OHSAS)*: possui também a certificação de Saúde e Segurança. 16 das 24 unidades possuem o selo, que visa à minimização de riscos nos processos produtivos e aumentar o comprometimento dos colaboradores em adotar comportamentos mais seguros para prevenir acidentes.

Como pôde ser observado, a empresa foco do estudo é formada por inúmeras unidades e, para que o trabalho ficasse focado, uma planta fora escolhida pela presença dos pesquisadas para realizar o estudo, conforme segue.

3.2 Planta fabril foco do estudo

Para a realização desta pesquisa, utilizou-se como fonte de estudo umas das unidades que se localiza no interior de SP, na qual pode ser ilustrada nas Figuras 11 e 12, apresentadas a seguir:

Figura 11: Vista aérea da planta foco do estudo



Fonte: Empresa foco do estudo.

Figura 12: Vista parcial da planta foco do estudo



Fonte: Empresa foco do estudo.

Em outro momento para focar o trabalho dentro do contexto apresentado, o estudo será realizado especificamente em um setor específico da planta fabril apresentada.

O setor em questão, embora assim denominada pela empresa, é na realidade uma unidade de fabricação própria responsável pela aplicação do revestimento ou acabamento nas chapas de MDF “cruas” agregando valor ao produto. Denominado de Laminação poderá ser identificado pelas Fotos 7 e 8 apresentadas a seguir.

Foto 7: Vista parcial de Laminação (a)



Fonte: Empresa foco do estudo

Foto 8: Vista parcial da Unidade de Laminação (b)



Fonte: Empresa foco do estudo

O setor pesquisado faz parte de uma linha produtiva, e tem outros setores como fornecedores de matérias-primas, destaca-se que o processo de laminação será mais bem descrito na revisão da bibliografia.

Atualmente o setor em questão, conta com 18 colaboradores que trabalham em turnos contínuos preenchendo às 24 horas do dia durante todos os dias do mês.

A chapa de MDF é produzida em outro setor e encaminhada para a laminação. A madeira que chega das florestas inúmeras da empresa é encaminhada para o pátio que realiza a criação de cavacos para o desfibrador, que após essa etapa, é encaminhado para ser transformado em fibras. Antes de o material ser direcionado para a prensa passa pelo processo de secagem, que ocorre devido ao vapor criado pelas caldeiras que trabalham em conjunto com o desfibrador.

Após o termino do processo de secagem, a fibra é encaminhada para a prensa, onde se formam os colchões de fibras que na sequência serão prensados para a transformação de chapas denominadas máster. Assim que a fibra é prensada, ela passa por uma serra diagonal que dimensiona as chapas de acordo com as ordens de produção e são direcionados para a roda de resfriamento, onde permanecem por um período para que ocorra a climatização das chapas.

A chapa de MDF com a temperatura mais baixa é empilhada e levada para o estoque intermediário para passar pela lixadeira, que realizará o acabamento

e o processo de classificação, direcionando-as para a serra e refugando as chapas com anomalias para o picador, onde serão transformadas em biomassa para abastecer as caldeiras. Assim que as chapas máster passam pela lixadeira, elas são serradas e embaladas em pacotes menores. As chapas de MDF denominadas de mercado são vendidas sem o processo de laminação e as chapas classificadas como substrato de diversas espessuras, são encaminhadas para o setor de laminação.

Outro material utilizado no processo de laminação é o papel impregnado. O papel passa pelo processo de resinagem, corte e na sequência vão para uma câmara de cura onde permanecem por um período, variando de acordo com o tipo do material. O papel é produzido em lotes, onde são utilizados e produzidos conforme demanda do mercado e a programação do PCP.

A área de estudo é a laminação, onde os dois processos anteriores são unificados. O processo é dividido na alimentação de chapas de MDF, na sequência adicionado o papel decorativo, que é prensado levando em conta a pressão, temperatura e tempo de prensagem. Após este processo, as chapas são direcionadas para a classificação onde o material que está de acordo com a especificação é direcionado para a embalagem ou plastificação, variando de acordo com as exigências do cliente.

Se o material não corresponde às exigências, é desclassificado e encaminhado para o picador, onde será transformando em biomassa para a caldeira. Os produtos conformes e que já passaram pelo processo de embalagem ou plastificação, são direcionados para o estoque de produtos acabados.

Devido ao baixo rendimento geral do setor, o mesmo foi usado para a reestruturação da manutenção e implantação da ferramenta de MA, buscando obter melhorias nos seus resultados.

4. DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO

A MA tem como objetivo melhorar o nível de conservação dos equipamentos e fomentar oportunidades de melhorias de performance das linhas de produção. Ela estabelece atividades específicas e estrutura organizacional para implantação e desenvolvimento da metodologia.

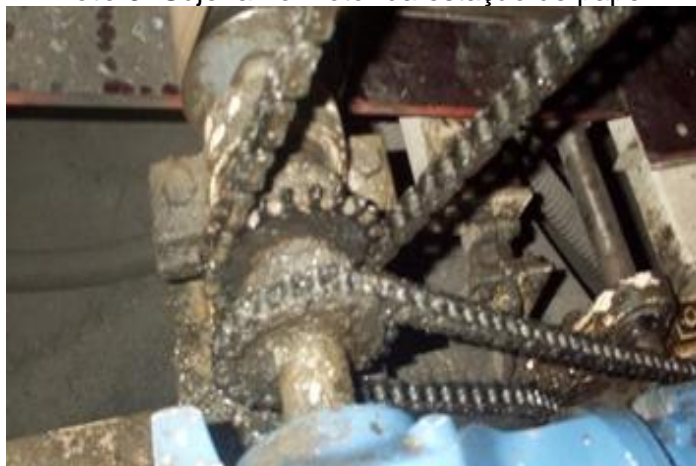
A metodologia considera que as quebras normalmente são precedidas de anomalias, por exemplo, trincas, folgas, sujeiras, desgastes, corrosões, deformações, temperaturas, vibrações, pressões e vazamentos. Estas que são sinais de possível detecção através dos sentidos humanos, principalmente da visão, audição, olfato e tato.

Baseado neste princípio, a metodologia propõe atividades que potencializam a possibilidade de detecção e eliminação de anomalias, preventivamente às quebras.

4.1 Situação anterior a implantação do MA

O setor de laminação contava com inúmeros pontos onde a manutenção básica deixava de ser executada. Os principais desvios eram com relação à limpeza, conservação dos equipamentos e de suas condições ideais de funcionamento. As anomalias envolviam a responsabilidade da produção, e também mecânica, elétrica e predial, conforme as Fotos 9, 10, 11 e 12 a seguir:

Foto 9: Sujeira no motor da estação de papel



Fonte: Empresa foco do estudo

A sujeira em excesso no eixo do motor/pinhão/correntes (Foto 9) compromete a vida útil do equipamento, fazendo com que o mesmo necessite fazer maior esforço para trabalhar.

Foto 10: Motor com excesso de sujeira



Fonte: Empresa foco do estudo

Sujeira em excesso no motor (Foto 10) causando sobreaquecimento no mesmo, podendo vir a entrar em falha, diminuindo sua vida útil.

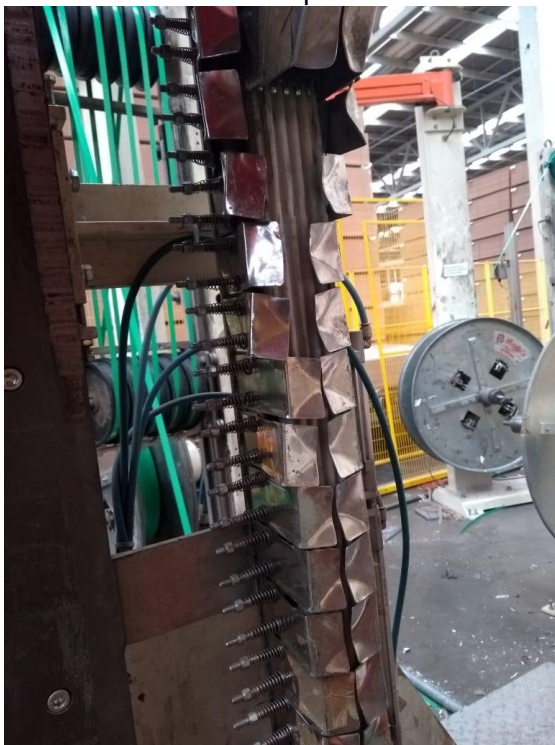
Foto 11: Empurrador de tabique com batedor improvisado



Fonte: Empresa foco do estudo

Já na Foto 11, pode ser observada a realização de uma adaptação no funcionamento do equipamento. Neste caso, deveria ter sido usado o Kaizen como ferramenta de solução para o problema.

Foto 12: Calha da fita poliéster danificada

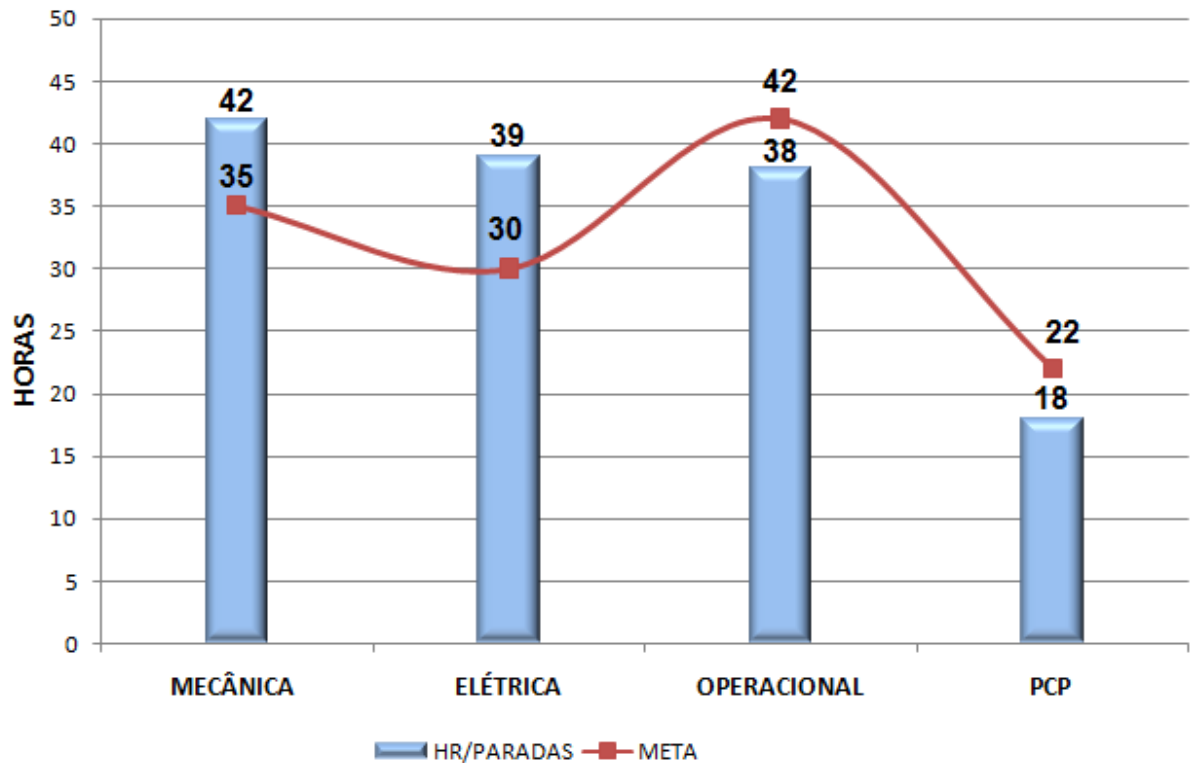


Fonte: Empresa foco do estudo

E na Foto 12, pode ser visto uma calha de fita poliéster está toda amassada e frouxa, causando paradas na produção, onde as mesmas seriam resolvidas com a realização de pequenos reparos pelo colaborador.

Das anomalias identificadas, foi notado que muitas eram recorrentes de problemas passados e que se repetiam com certa frequência.

Para monitorar as ações existe um quadro de Gestão à Vista (GAV) do setor onde são fixados gráficos e apontamento sobre as falhas que estavam ocorrendo com incidência maior do que esperado (Gráfico 1), e por este motivo, a linha de laminação não estava atingindo o indicador de rendimento horário (RH) previsto – trata-se de indicador da capacidade de produção planejada.

Gráfico 1: Paradas mensuradas dos últimos seis meses antes do MA

Fonte: Empresa foco do estudo

A somatória dessas paradas estavam excedendo aproximadamente 8 (oito) horas do previsto aceitável, fazendo com que o RH do setor fechasse em média de 80,97%, o que representa 1,03% abaixo do esperado projetado para 82%.

De acordo com essas informações, foi possível mensurar que a perda da produção em dinheiro que fora estimada em algo em torno de R\$ 272.000,00/mês, valor que anualmente se aproxima de R\$ 3.600.000,00.

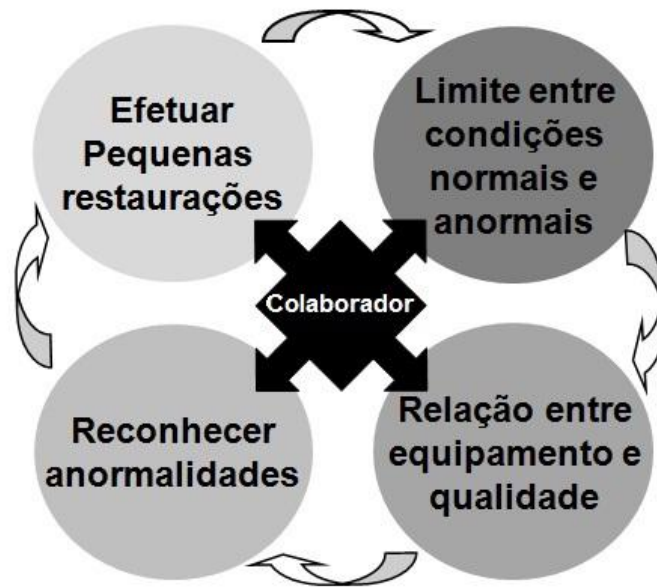
Diante destes números a empresa buscou uma ferramenta para adequar os desvios, ferramenta que pudesse envolver os participantes do processo e, para tanto a ferramenta escolhida foi o TPM especificamente no seu Pilar de MA.

4.2 Meios para se alcançar os resultados

Para que os resultados desejados fossem obtidos, foram usados diversos meios, como por exemplo, treinamentos, *check lists*, mudanças de comportamento e de cultura tanto por parte da empresa quanto dos funcionários.

A empresa preparou seus funcionários para que fossem o próprio meio de se alcançar os objetivos esperados, descrevendo primeiramente o que se esperaria deles, conforme apresentado na Figura 13.

Figura 13: O que se espera do colaborador



Fonte: Empresa foco do estudo.

Mas, para que os funcionários pudessem retribuir o esperado pela empresa, foram necessárias ações, que seguem descritas.

1) Treinamentos→ O treinamento das equipes de produção e manutenção precede a implantação da ferramenta, e aborda os conceitos de “perda”, “quebras”, “anomalias” e “melhorias”, e também os lemas “a máquina é minha, da máquina cuido eu” e “produção e manutenção, juntos produzimos”.

2) Elaboração de padrão de limpeza e inspeção→ As atividades de limpeza de 5S’s e MA têm objetivos diferentes. A limpeza 5S’s visa à conservação do ambiente e dos equipamentos a nível estrutural, sendo de constatação visual imediata; enquanto a limpeza MA é uma limpeza focada principalmente nos componentes dos equipamentos. Em MA “limpeza é inspeção”, portanto mais técnica e focada na detecção e prevenção de anomalias.

Todo equipamento em MA deve possuir um plano de limpeza, que caracteriza a divisão da máquina em partes sequenciais para limpezas regulares e

cíclicas, seguindo uma estratégia de frequências, de acordo com a necessidade de cada processo.

Para a execução de planos de limpeza e outras atividades MA, são previstas paradas agendadas. Porém, a sequência do plano de limpeza pode ser ajustada para aproveitamento de oportunidades por paradas não planejadas. Alguns planos de limpeza são elaborados para execução com linha produzindo ou para serem aplicados apenas em paradas de manutenção, de acordo com as características das linhas e seus equipamentos. A elaboração deste plano é de responsabilidade do supervisor da linha e pode ser melhorado e adequado à medida que evolui o nível de limpeza e são implantadas melhorias.

3) Etiquetagens de anomalias→ A etiquetagem, no contexto da MA, refere-se a gestão visual das anomalias identificadas pelos operadores. Desta forma foram elaboradas as etiquetas (Figura 14), em duas vias, para que quando as anomalias fossem detectadas deveriam ser preenchidas e, a primeira via deviria ser encaminhada para o supervisor da produção do setor, e a segunda via é fixada próxima à anomalia, evitando fixar em partes móveis ou locais que representem riscos de perda da etiqueta, de interferência no processo ou de funcionamento inadequado do equipamento; o importante é que a etiqueta fique visível.

A etiqueta deve ser preenchida com informações como:

- Equipamento;
- Data de detecção;
- Responsável pela detecção;
- Descrição da anomalia;
- Prioridade (baixa e alta);
- Oficina responsável.

O supervisor de produção solicita a intervenção da manutenção a partir das etiquetas. Para as etiquetas de baixa prioridade, são abertos pedidos de trabalho (PT), que são incluídos no planejamento de manutenção programada.

Figura 14: Etiqueta de detecção de anomalia

Formulário de detecção de anomalia com os seguintes campos:

- NO.
- MANUTENÇÃO AUTÓNOMA
- TAG
- EQUIPAMENTO
- DATA DA DETECÇÃO / /
- DETECTADO POR
- DESCRIÇÃO DA ANOMALIA
- PRORIDADE → ALTA BAIXA
- CFCNA
- ENTREGAR PARA SUPERVISOR

72108-40 BLOCOS DE 2502 - DE 01.2011 A 03.2011 - 15/0004

Fonte: Empresa foco do estudo

Para etiqueta de alta prioridade, que representa risco de acidente ou quebra iminente, o operador ou o supervisor faz a solicitação direta a representantes da manutenção, cabendo à manutenção, avaliar e registrar adequadamente a intervenção.

4) Adequação do local de trabalho (melhoria nos acessos e eliminação de pontos de contaminação de sujeira)→ As melhorias deveriam ser encaminhadas através do programa Kaizen, e focam principalmente a conservação do equipamento e ganhos de produtividade. São estimuladas melhorias de eliminação de fontes de sujeira e facilidade de acesso visando reduzir o tempo necessário para as atividades de Limpeza e Inspeção ou melhorar as condições de operação e segurança dos equipamentos. As melhorias têm planos de ação específicos, elaborados em conjunto pela Produção e Manutenção.

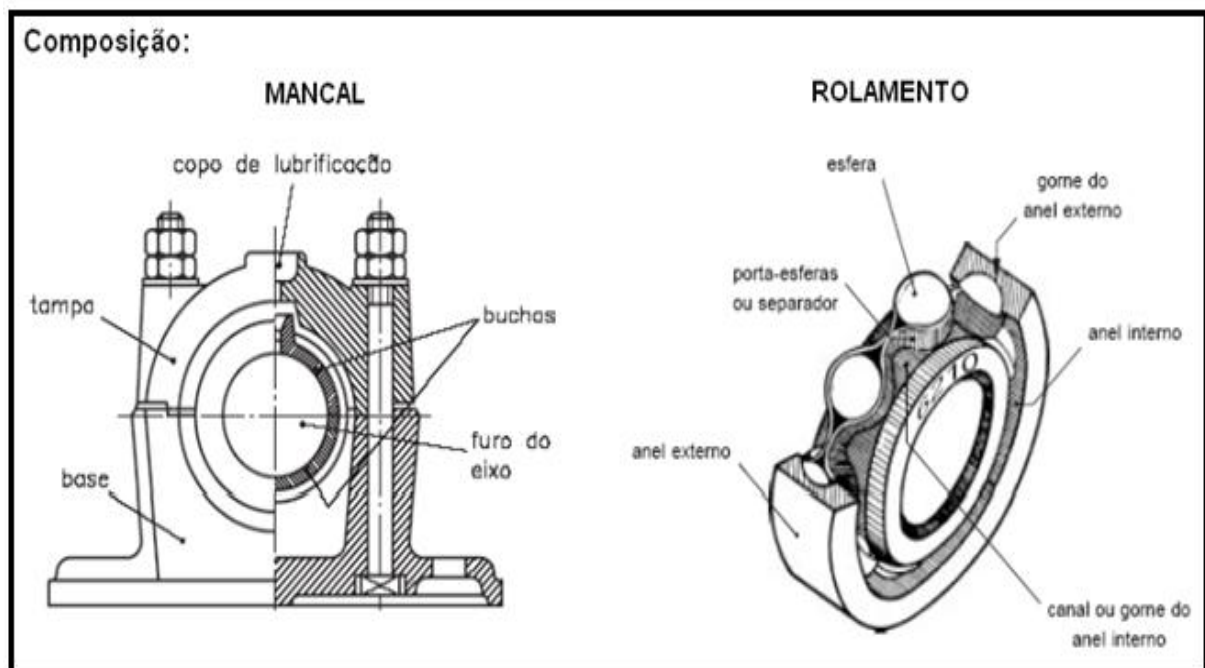
5) Aproveitamento de oportunidades→ O aproveitamento de oportunidades da produção é caracterizado por realização de atividades de MA em paradas não planejadas, como falta de materiais, paradas corretivas, etc. O aproveitamento pode ser evidenciado através do emprego de horas/homens

(*backlog*¹) em atividades MA e utilização de horas de “paradas MA”. Comparando com as respectivas metas, quanto maior as horas homens empregadas e quanto menor as horas de “paradas MA” utilizadas, maior será o aproveitamento de oportunidades. Este aproveitamento se dá por parte da manutenção é caracterizado pela utilização de horas de “paradas MA” para intervenções nos equipamentos.

6) Gestão à Vista→ Os quadros são adequados à ferramenta GAV implantada na fábrica, conforme procedimento próprio, incluindo os indicadores referentes à MA.

7) Lições ponto a ponto (LPP)→ Lições ponto a ponto são treinamentos rápidos, em geral com duração limitada a 20 minutos, com objetivo de capacitar relativamente a um assunto específico (Figura 15). Em MA, as LPP's visam principalmente capacitar a operação a reconhecer componentes de máquina, com detalhes e cuidados relevantes à sua conservação, e identificação de possíveis anomalias.

Figura 15: Exemplo de treinamento de LPP



Fonte: Empresa foco do estudo

Esta ferramenta não se restringe à MA, podendo ser empregada para capacitação de todos os colaboradores da fábrica, conforme assuntos aplicáveis às necessidades das funções.

¹*Backlog*: refere-se a um indicador de performance da manutenção que visa calcular o acúmulo de atividades pendentes de finalização.

8) Cursos de conhecimento de equipamentos→ Os cursos objetivam oferecer à operação aspectos técnicos dos equipamentos, abordando:

- Capacidade, limitações e outras características de projeto relevantes à operação;
- Funcionamento e lógicas;
- Estrutura e composição;
- Sistemas de segurança.

O material elaborado para o curso é mais abrangente que uma LPP. Aspectos relevantes de processo e qualidade, que interferem no funcionamento e conservação dos equipamentos, podem ser abordados.

9) Padrão de inspeção→ É elaborado contemplando *layout* da linha, detalhamentos dos pontos de inspeção e pontos de lubrificação dos equipamentos, listagem de LPP's e controle de planejamento e execução da atividade.

O *layout* deverá representar os equipamentos e a disposição dos pontos de inspeção e lubrificação, seguindo uma ordem lógica natural para circulação do operador, evitando perda de tempo com idas e vindas.

As planilhas de detalhamento dos pontos de inspeção e lubrificação são elaboradas separadamente. As inspeções objetivam avaliar condições de conservação e verificar condições de operação, comparando as condições reais com condições adequadas descritas no *check list*. A listagem de LPP's são referências aos treinamentos de capacitação para execução das inspeções e das lubrificações constantes no *check list*.

O controle de planejamento e execução do *check list* evidencia a estratégia de frequência da atividade, de acordo com a necessidade para a conservação dos equipamentos. Ele é melhorado e adequado na medida da evolução do nível de conservação dos equipamentos e da introdução de melhorias.

10) Estrutura organizacional→ Organiza a implantação e a operacionalização da manutenção autônoma por meio da formação de grupos, que são denominados de “grupo de gestão MA”, “grupos de apoio MA” e “grupos MA (operacionais)”. Os grupos definidos devendo se reunir mensalmente para tratar de assuntos específicos.

11) Auditoria MA→ As auditorias constituem um meio para acompanhar a evolução das atividades MA executadas, através de indicador de

pontuação. Para o nível MA é elaborado um formulário com questões de auditoria, onde elas são elaboradas permitindo graduar as pontuações considerando situações favoráveis ao desempenho eficaz das atividades. De forma genérica, utiliza-se as pontuações 1, 2 e 3, sendo que quanto mais favorável a situação, maior a pontuação obtida.

Os formulários de auditoria são elaborados com roteiros explicativos aprovados pelo grupo de gestão MA. Os formulários de níveis mais elevados serão aplicados nas linhas ou máquinas, seguindo o cronograma de auditoria. Os formulários são elaborados conforme estratégia de implantação dos níveis MA.

Para efeito de registro, após as auditorias, os formulários preenchidos são encaminhados ao CEDOC para arquivo.

As auditorias serão validas quando realizadas pelos colaboradores cujos nomes estejam presentes na lista de auditores internos MA, na qual localiza-se arquivada no CEDOC. Terão o nome adicionado à lista 5715 os colaboradores que receberem o Treinamento de Auditores MA.

12) Homologação de nível MA→ A homologação para um nível superior atende as seguintes exigências:

- A pontuação de cada uma das três últimas auditorias deve ser maior ou igual a 85% da pontuação máxima;
- Auditoria de homologação, ou constatação, com o mesmo critério de pontuação, maior ou igual a 85%.

A Auditoria de Homologação é solicitada pelo supervisor ao coordenador MA, que convoca dois auditores MA. A homologação é ratificada pelo gerente da fábrica após análise dos resultados.

13) Expansão MA nos equipamentos→ De acordo com a estratégia estabelecida à implantação da MA poderá abranger toda uma linha ou parte dela (máquinas individuais).

A expansão das atividades MA para outras partes da linha segue cronograma. Toda expansão ocorre em nível 1, e deve atender à exigência: a pontuação de cada uma das 3 últimas auditorias deve ser maior ou igual a 85% da pontuação máxima.

14) Cronogramas→ São dois os cronogramas que orientam as atividades dos grupos. O cronograma de implantação e expansão MA da linha, com

estratégias de expansão e elevação de níveis MA, elaborado pelo coordenador MA em conjunto do supervisor da linha; e o cronograma de auditorias MA, elaborado pelo coordenador MA.

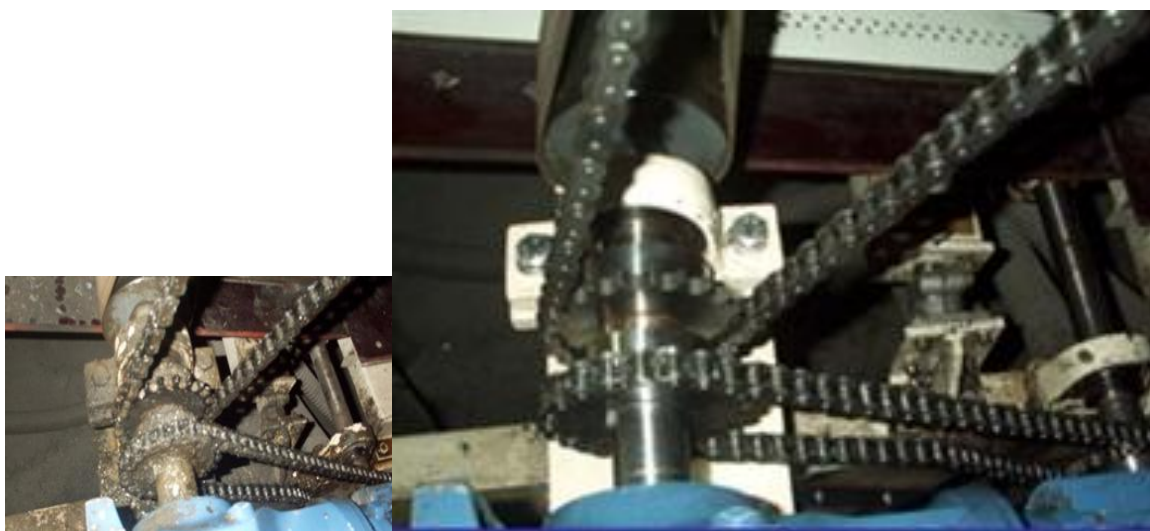
4.3 Resultados obtidos após implantação da MA

Após todos os 8 passos serem concluídos com sucesso, o setor de laminação começou a sentir as melhorias obtidas com o esforço da implantação da MA e suas metodologias.

Foi estipulada uma nova meta de rendimento horário para a produção, mesmo apesar de não estarem atingindo a meta de 82%. A nova meta era tida como audaciosa, de difícil cumprimento, e muitos até incrédulos das novas exigências: 84%.

A mudança cultural e de atitude dos funcionários foi notória, e visualmente pode-se observar os resultados, como demonstram as Fotos 13 a 16 a seguir:

Foto 13: Antes e depois do conjunto de componentes da estação de papel



Fonte: Empresa foco do estudo

Os componentes como eixo, mancal, rolamentos, pinhões e correntes (Foto 13) estavam sendo sobrecarregados devido ao excesso de sujeira.

Com a limpeza e manutenção dos equipamentos, a melhora foi sentida com relação à diminuição de perdas de produção por refugos, que ocorria com certa frequência.

A sujeira causava atraso na colocação do papel no substrato, fazendo com que eles ficassem deslocados, baixando o rendimento de qualidade do setor.

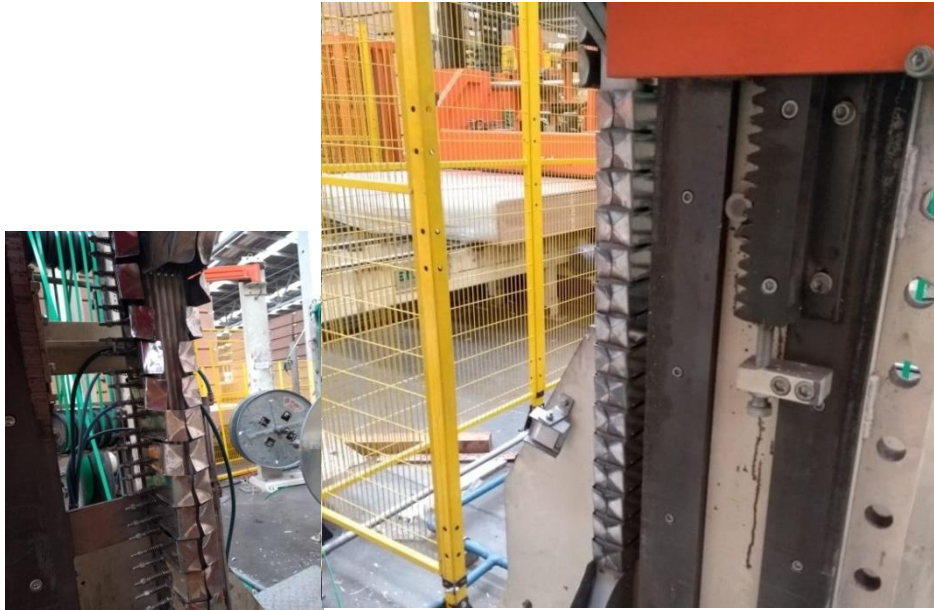
Foto 14: Antes e depois da limpeza do motor da alimentação de chapas



Fonte: Empresa foco do estudo

Com a diminuição de partículas de pó e sujeira misturadas com graxa (Foto 14) , a alimentação de chapas passou a ter menos paradas elétricas provenientes de motores desarmados, onde os mesmos entravam em falha por sobreaquecimento.

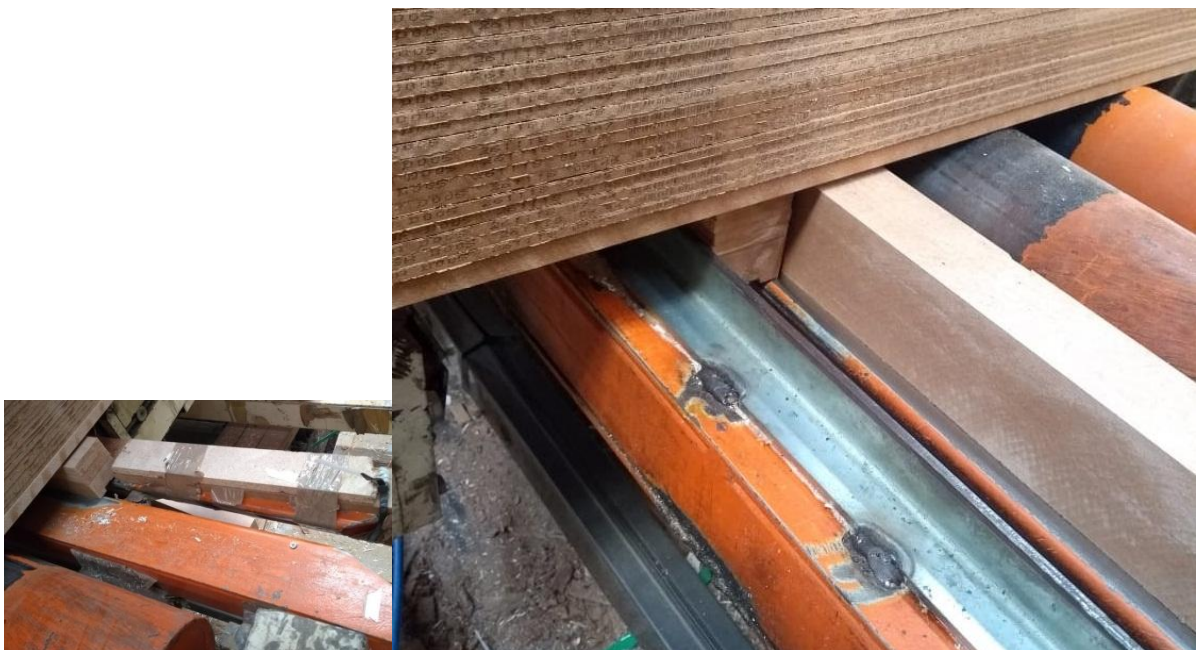
Foto 15: Ante e depois da manutenção na calha de fita poliéster



Fonte: Empresa foco do estudo

As falhas na embalagem do material produzido eram constantes, causando um excesso de retrabalho e sendo muitas vezes sendo necessário o auxílio de outros funcionários para a realização das atividades que a máquina deixava de exercer pela falha citada (Foto 15). Fitas pararam de estourar, desalinhar e escapar da calha como antes da MA.

Foto 16: Antes e depois da implantação de Kaizen no empurrador de tabique



Fonte: Empresa foco do estudo

Ainda na embalagem, foram excluídas as improvisações (Foto 16) e buscado soluções que pudessem atender as necessidades da máquina. Utilizou-se o Kaizen como ferramenta de auxílio e implantação de melhorias no processo.

Comparando os resultados obtidos após as melhorias implantadas, notou-se um grande aumento da produção, que passou de 80,97% (antes da MA) para uma média de 88% do rendimento horário.

Diante da conquista a meta de 84%, antes desacreditada, passou a ser batida com frequência e sem surpresas, acrescentando além do esperado ao caixa da empresa com valores em torno de R\$ 1 milhão/mês, e com uma diferença de antes da implantação da MA de R\$ 1.8 milhões/mensais.

Valores que correspondem anualmente a R\$ 12.7 milhões mantendo os 88%, e R\$ 22.3 milhões de ganho levando em consideração o antes e depois da MA (Quadro 2).

Quadro 2: Resultados obtidos com a implantação da MA

MA	Meta	RH	Chapas por mês	Ganho chapas por mês	Resultado mensal (R\$)	Resultado anual (R\$)	Ganho anual (R\$)
Antes	82,00%	80,97%	213.518	-	R\$ 21.351.800,00	R\$ 256.221.600,00	-
Esperado	84,00%	84,00%	221.508	+7.990	R\$ 22.150.800,00	R\$ 265.809.600,00	R\$ 9.588.000,00
Obtido	84,00%	88,00%	232.056	+18.538	R\$ 23.205.600,00	R\$ 278.467.200,00	R\$ 22.245.600,00

Fonte: Empresa foco do estudo

Obteve-se também ganhos com relação ao RQ (rendimento de qualidade) do setor, diminuição do retrabalho e do uso de insumos e materiais de uso geral. O RQ tem como meta 97,5% da produção, e as melhorias realizadas nos equipamentos contribuíram para a diminuição de refugos. Também se obteve ganho pelo controle dos desperdícios que ocorriam, como por exemplo, com fita adesiva, fita poliéster e papel impregnado.

5. CONCLUSÃO

Ao iniciar este trabalho o objetivo foi de analisar os benefícios da manutenção autônoma em uma linha de produção, com a hipótese de mostrar que alguns setores podem se beneficiar com a ferramenta, e como a falta de comprometimento da não realização das atividades podem impactar nas falhas e conseqüentemente nas quebras e falhas dos equipamentos, ocasionando em paradas indesejadas e prejuízos para empresa.

De modo geral, conseguimos comprovar a hipótese de efetividade da ferramenta, analisando os resultados obtidos e mensurando os mesmos com dados anteriores.

Nos seis meses anteriores a implantação da ferramenta, o setor em questão mostrou grande dificuldade em atender a meta de rendimento geral que a empresa solicitou de 82% mensal, onde foram enfrentadas grandes paradas por quebra dos equipamentos, ocasionados por falhas ocultas, tais como, limpeza, corrosões, trincas, vibrações, temperaturas, desgastes, entre outros, que só eram detectados no momento que a linha já se encontrava em falha.

Com a implantação da ferramenta, o setor passa a exceder as expectativas da empresa, mesmo após o aumento da meta, conseguindo um rendimento horário de 88% mensal e 4% acima do esperado, trazendo para o setor uma melhora significava de eficiência e eficácia, com o objetivo de garantir níveis mais altos de produtividade.

A maior dificuldade encontrada na implantação da ferramenta foi a mudança de cultura, onde não somente o chão de fábrica, mas também todos os envolvidos mostram certa resistência as novas práticas e mudanças de hábitos.

Modo geral, a ferramenta de MA atende com excelência as necessidades requeridas pelo setor de laminação, melhorando os resultados produtivos, tanto com relação a metas de produção, qualidade, diminuição de custos e atendimento de carteira.

Com a análise dos resultados no estudo de caso, concluímos que a manutenção autônoma é essencial para as empresas que buscam desenvolvimento com eficácia e eficiência na produtividade com baixo custo.

A manutenção autônoma é um dos pilares da TPM, que é uma das ferramentas mais utilizadas nas indústrias, com o intuito da participação de todos colaboradores da empresa, buscando uma mudança cultural, zero de defeito, controle de qualidade conforme apresentado na pesquisa bibliográfica no item 2.5 na citação de Moraes (2004).

Os objetivos propostos foram alcançados com base na literatura e no estudo de caso realizado, e constatou que a manutenção autônoma pode ser uma alternativa para conservação dos equipamentos e diminuição custo, conforme apresentado no item 4.1.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. T. **Manutenção Preditiva: Confiabilidade e Qualidade**. 2000. Disponível em: <<http://www.mtaev.com.br/download/mnt1.pdf>>. Acesso em 06 out. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462: Confiabilidade e Manutenibilidade**. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

AYOB, A ; OSMAN, S. A .; OSMAR, M. Z .; JAMALUDDIN, N; KOFLI, N. T .; JOHAR, S. **Treinamento Industrial como Porta de Entrada para a Carreira de Engenharia: Compartilhamento de Experiências**. Ciências Sociais e Comportamentais 102 (2013).

BAMBER, C; SHARP, J; HIDES, M. **Fatores que afetam a implementação bem-sucedida da manutenção produtiva total na perspectiva do estudo de caso de manufatura no Reino Unido**, Journal of Quality in Maintenance Engineering, v. 5, n. 3, p. 162-181, 1999.

BORCHARDT, M.; SELLITTO, M.; PEREIRA, G. **Serviços de pós-venda para produtos fabricados em base tecnológica**. Produção Online, v.8, n.2, p.1-26, 2008.

CHRYSSOLOURIS, G.; MAVRIKIOS, D.; MOURTZIS, D. **Sistemas de Manufatura: Competências e Competências para o Futuro**. Procedia CIRP 7, 2013.

CUNHA, F. M. **A formação do Engenheiro na Área Humana Social: um estudo de caso no curso de engenharia industrial elétrica do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais**. Belo Horizonte: CEFET-MG, 1999.

DEMING, W. E. **Qualidade: A Revolução da administração**. Tradução de Clave Comunicações. Título original "Out of Crisis". Rio de Janeiro: Editora Marques – Saraiva, 1990.

KARDEC, A.; RIBEIRO, H. **Gestão Estratégica e Manutenção Autônoma**. Rio de Janeiro: Qualitmark: ABRAMAN, 2002.

KARDEC, A.; XAVIER, J.N. **Manutenção – Função Estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998.

KARDEC, A; FLORES, J.; SEIXAS, E. **Gestão estratégica e indicadores de desempenho**. Rio de Janeiro: Qualitymark: ABRAMAN, 2002.

KARDEC, A.; NASCIF, J.; BARONI, T. **Gestão Estratégica e Técnicas Preditivas**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

LAKATOS, E.M.; MARCONI, M.de A. **Metodologia do Trabalho científico**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

MARCONI, M.de A.; LAKATOS, E.M. **Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MIRSHAWKA, V.; OLMEDO, N. L. **TPM à moda brasileira**. São Paulo: Makron Books, 1994.

MORAES, P. **Manutenção produtiva total: estudo de caso em uma empresa automobilística**. Taubaté: UNITAU, 2004.

NAKAJIMA, S. **Introdução ao TPM – Total Productive Maintenance**. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos Ltda., 1989.

PINTO, A.K., XAVIER, J.N. **Manutenção: função estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

RIBEIRO, H. **A bíblia do TPM: Como gerenciar a produtividade na empresa**. Santa Cruz do Rio Pardo: Viena, 2014.

_____. **Desmistificando o TPM**. São Caetano do Sul: PDCA, 2010.

SALTORATO, P.; CINTRA, C.T. **Implantação de um Programa de Manutenção Produtiva Total em uma Indústria Calçadista em Franca**. ENCONTRO NACIONAL DE PRODUÇÃO (XIX ENEGEP), 56, 1999. Rio de Janeiro, RJ. Anais.1999.

SELLITTO, M. **Inteligência artificial: uma aplicação em uma indústria de processo contínuo**. Gestão & Produção, v.9, n.3, p.363-376, 2002.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do Ponto de Vista da Engenharia de Produção**. Porto Alegre: Bookmann, 1996.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. Segunda edição. São Paulo: Atlas, 2002.

SLACK, N. **Vantagem competitiva em manufatura: competitividade nas operações industriais**. Tradução Sônia Maria Corrêa. São Paulo: Atlas, 1993.

SPINOLA, M. M.; PESSOA, M. S. P. **Tecnologia da informação**. In: CONTADOR, J. C. (Coord.). Gestão de operações. São Paulo: Edgar Blücher, 1997.

SOUZA, J. C. **A Manutenção Produtiva Total na indústria extrativa mineral: a metodologia TPM como suporte de mudanças**. Florianópolis 2001. 137f. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC. 2001.

SOUZA, S. S.; LIMA, C. R. C. **Manutenção Centrada em Confiabilidade como Ferramenta Estratégica**. In: XXIII Encontro Nac. de Eng. de Produção, 2003, Ouro Preto – MG.

SUZUKI, T.; **TPM em processos industriais**. United States of America: Eduard Brothers, 1994.

XENOS, H. G. **Gerenciando a manutenção produtiva – EDG**. Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza**. 5 ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004

FAAG – FACULDADE DE AGUDOS

MATHEUS FELIPE DOS ANJOS OLIVEIRA¹

RAFAEL FERNANDO DOS SANTOS²

**AUTOMAÇÃO COM MÁQUINA OVERLOQUE:
UM ESTUDO DE CASO USANDO SIMULAÇÃO**

AGUDOS SP

2018

FAAG – FACULDADE DE AGUDOS

MATHEUS FELIPE DOS ANJOS OLIVEIRA¹

RAFAEL FERNANDO DOS SANTOS²

**AUTOMAÇÃO COM MÁQUINA OVERLOQUE:
UM ESTUDO DE CASO USANDO SIMULAÇÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à banca examinadora do curso de Engenharia de Produção, FAAG – Faculdade de Agudos, sob a orientação do professor Dr. Euro Marques Júnior.

AGUDOS SP

2018

MATHEUS FELIPE DOS ANJOS OLIVEIRA¹

RAFAEL FERNANDO DOS SANTOS²

**AUTOMAÇÃO COM MÁQUINA OVERLOQUE:
UM ESTUDO DE CASO USANDO SIMULAÇÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à banca examinadora do curso de Engenharia de Produção, FAAG – Faculdade de Agudos, sob a orientação do professor Dr. Euro Marques Júnior.

Local: Agudos 19 de dezembro de 2018.

BANCA EXAMINADORA

Professor Dr. Euro Marques Júnior (Orientador)

Professora Dra. Emília de Mendonça Rosa Marques

Professor Esp. Cornélio Luiz Marchizelli

DEDICATÓRIA

“Dedicamos este trabalho a nossas famílias, pois sem elas com certeza nada disto seria possível”.

AGRADECIMENTOS

“Não poderíamos deixar de agradecer primeiramente a Deus que nos deu forças para percorrermos esta longa jornada acadêmica”.

“Gostaríamos de agradecer também aos nossos familiares, que nos momentos difíceis estavam sempre por perto para dar suporte e nos incentivar a seguir em frente sempre”.

“Deixamos aqui também, os nossos agradecimentos a todos os Professores da Faculdade de Agudos que, direta ou indiretamente colaboraram para o nosso crescimento”.

“Um agradecimento em especial ao Professor Dr. Euro Marques Júnior por sua paciência e contribuição para conosco durante o processo de orientação deste trabalho”.

EPIGRAFE

“Até um erro pode revelar-se um elemento necessário a um feito meritório”.

(Henry Ford)

RESUMO

O objetivo desta monografia é apresentar um estudo realizado em uma indústria do segmento têxtil localizada no interior paulista. Onde entre os principais processos produtivos por ela desempenhados, foi estabelecido um foco específico no processo de acabamento de panos de prato realizado com máquina de costura overloque industrial, devido sua baixa capacidade produtiva. Estudo foi embasado em uma proposta de automação em substituição ao processo convencional de costura, na busca por comprovar a hipótese de que com a automação do processo, a capacidade produtiva irá aumentar. Para o estudo em questão, foi realizada uma ampla revisão da literatura abrangendo vários aspectos que envolvem o tema proposto. Após esta revisão, foi realizada uma pesquisa de campo aplicando o método da cronoanálise, ou seja, a tomada de tempos relacionada às atividades de costura com máquina overloque, que possibilitou em primeiro momento a determinação de um tempo padrão para o processo convencional e posterior para o processo automatizado. Considerando estes tempos obtidos foi realizado uma simulação computacional gráfica do processo automatizado por meio dos recursos disponibilizados através do software Flexsim juntamente com o tempo padrão obtido por meio de um segundo processo de cronoanálise. Obtidos os resultados dos dois processos, foram realizadas análises comparativas, primeiramente evidenciando dados referentes à capacidade produtiva e posteriormente dados relacionados aos custos com cada processo. Completando estas etapas foi feita uma análise de viabilidade econômica baseada nos custos determinados através de pesquisas de campo e rateios, dispondo os resultados obtidos através de fluxos de caixas e o cálculo do Payback. Com isto, permitiu-se ter uma ampla visão dos retornos obtidos, comprovando assim ser viável a implantação da automação no processo.

Palavras-chave: Automação; Simulação; Costura; Cronoanálise.

ABSTRACT

The objective of this monograph is to present a study carried out in an industry of the textile segment located in the interior of São Paulo. Where among the main productive processes that it performed, a specific focus was established on the process of finishing of dish cloths made with industrial overlock sewing machine, due to its low productive capacity. This study was based on an automation proposal replacing the conventional sewing process, in order to prove the hypothesis that with the automation of the process, the productive capacity will increase. For the study in question, a broad review of the literature was carried out covering several aspects that involve the proposed theme. After this review, a field survey was carried out applying the chronoanalysis method, that is, the taking of times related to the sewing activities with overlock machine, which made it possible in the first moment to determine a standard time for the conventional process and later for the automated process. Considering these times, a computerized graphical simulation of the automated process was performed through the resources made available through Flexsim software along with the standard time obtained by means of a second chronoanalysis process. Once the results of the two processes were obtained, comparative analyzes were carried out, firstly evidencing data referring to the productive capacity and later data related to the costs with each process. Completing these steps, an economic feasibility analysis based on the costs determined through field surveys and apportionments was made, arranging the results obtained through cash flows and the calculation of Payback. With this, it was possible to have a broad view of the obtained returns, thus proving to be viable the implantation of the automation in the process.

Keywords: Automation; Simulation; Seam; Chronoanalysis.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - COEFICIENTES DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL	46
TABELA 2 - COEFICIENTES D_2 PARA O NÚMERO DE CRONOMETRAGENS INICIAIS.....	46
TABELA 3 - DADOS OBSERVADOS PARA DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE CRONOMETRAGEM.....	57
TABELA 4 - TEMPOS CRONOMETRADOS	58
TABELA 5 - TEMPOS DE COLETAS ATRIBUÍDOS A AUTOMAÇÃO	61
TABELA 6 - CUSTOS DO PROCESSO CONVENCIONAL DE COSTURA	65
TABELA 7 - CUSTOS DO PROCESSO AUTOMATIZADO DE COSTURA	65
TABELA 8 - ANÁLISE COMPARATIVA DO PROCESSO DE COSTURA AO ANO.	66
TABELA 9 - INVESTIMENTO ESTIMADO COM A AUTOMAÇÃO DO PROCESSO	67
TABELA 10 - FLUXO DE CAIXA	68

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - NÚMEROS DE ARTIGOS RELACIONADOS COM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL	13
FIGURA 2 - EVOLUÇÃO DE PESQUISAS RELACIONADAS À “AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL”.	14
FIGURA 3 - PIRÂMIDE DA AUTOMAÇÃO	24
FIGURA 4 - DIAGRAMA DE BLOCO PARA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL	25
FIGURA 5 - DIAGRAMA DE BLOCO DE UM PLC	27
FIGURA 6 - TIPOS DE AUTOMAÇÃO (VOLUME E VARIEDADES DE PRODUTOS)	28
FIGURA 7 - MOTORES.....	29
FIGURA 8 - INVERSOR DE FREQUÊNCIA	29
FIGURA 9 - SENSOR FOTOELÉTRICO	30
FIGURA 10 - CONTATOR	30
FIGURA 11 - RELÉ	31
FIGURA 12 - CLP (CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL)	31
FIGURA 13 - DISJUNTORES	32
FIGURA 14 - BOTOEIRAS	32
FIGURA 15 - MÁQUINA DE COSTURA PATENTEADA POR ELIAS HOWE	33
FIGURA 16 - MÁQUINA PATENTEADA POR ISSAC MERRIT SINGER	34
FIGURA 17 - PRINCIPAIS TIPOS DE MÁQUINAS	38
FIGURA 18 - ACABAMENTO DE COSTURA OVERLOQUE	39
FIGURA 19 - CABEÇOTE DA MÁQUINA DE COSTURA OVERLOQUE INDUSTRIAL.....	39
FIGURA 20 - TELA DO FLEXSIM.....	42
FIGURA 21 - LAYOUT DO ARRANJO FÍSICO ATUAL DA CONFECÇÃO DE PANO DE PRATO	53
FIGURA 22 - FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE PANO DE PRATO.....	54
FIGURA 23 - LAYOUT DO NOVO ARRANJO CONFORME PROPOSTA DE AUTOMAÇÃO.....	54
FIGURA 24 - PRODUTO PANO DE PRATO EM COSTURA OVERLOQUE	55
FIGURA 25 - MODELO DO PROCESSO AUTOMATIZADO	63

LISTA DE ABREVIACOES E SIGLAS

CLP - Controlador Lógico Programável

PLC - Programmable Logic Controlers

IEC - International Electrotechnical Commission

ABIMAQ - Associao Brasileira de Máquinas e Equipamentos

CPV - Custo do produto Vendido

GLP - Gás Liquefeito de Petróleo

PC - Computador Pessoal

IHM - Interface Homem Máquina

CNC - Controle Numérico Computadorizado

SDCD - Sistema Digital de Controle Distribuído

NR-12 - Norma Regulamentadora em Máquinas e Equipamentos

VLP - Valor presente Líquido

TIR - Taxa Interna de Retorno

SUMÁRIO

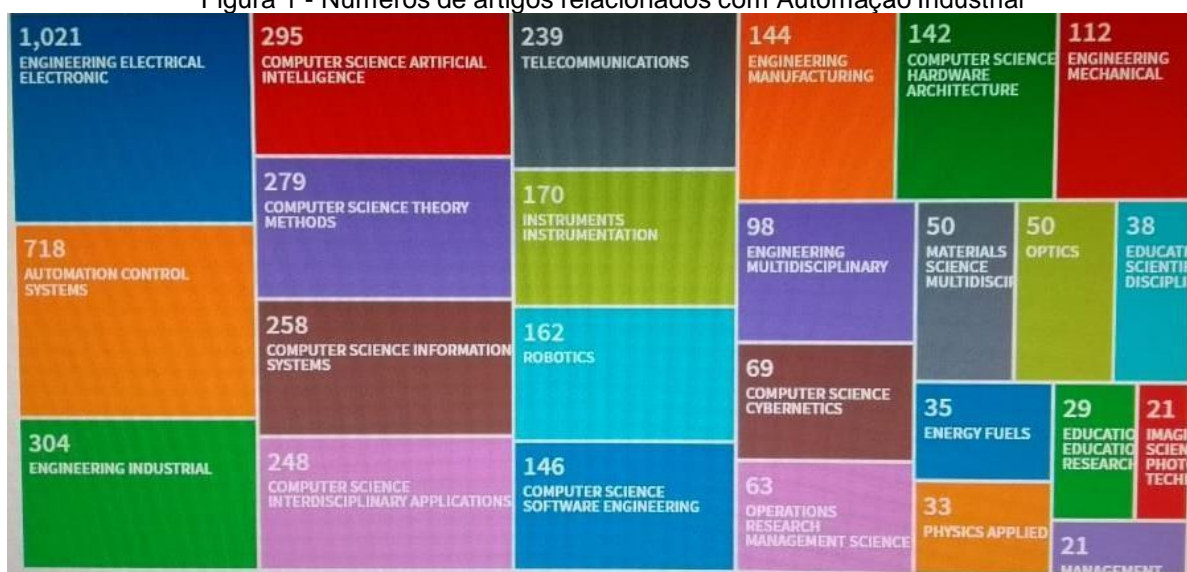
1 INTRODUÇÃO	13
1.1 TEMA	16
1.2 OBJETIVOS	16
1.2.1 <i>OBJETIVO GERAL</i>	16
1.2.2 <i>Objetivos Específicos</i>	17
1.3 PROBLEMÁTICA E PROBLEMA	17
1.4 HIPÓTESE	17
1.5 JUSTIFICATIVA	17
1.6 METODOLOGIA	19
1.6.1 <i>Método de Abordagem</i>	19
1.6.2 <i>Métodos de Procedimento</i>	20
1.6.3 <i>Técnicas de Pesquisa</i>	20
2 REVISÃO DA LITERATURA	22
2.1 AUTOMAÇÃO	22
2.1.1 <i>Controle automático do processo</i>	22
2.1.2 <i>Arquitetura da automação</i>	23
2.1.3 <i>Projeto de automação</i>	24
2.1.4 <i>Controladores Programáveis</i>	25
2.1.5 <i>Classificação da Automação</i>	27
2.1.6 <i>Principais componentes do sistema automatizado proposto</i>	28
2.2 MÁQUINA DE COSTURA	32
2.2.1 <i>História da Máquina de costura</i>	32
2.2.1 <i>Tipos de Máquina de Costura</i>	38
2.2.2 <i>Máquina de Costura tipo Overloque</i>	38
2.3 SIMULAÇÃO	40
2.3.1 <i>Simulação Computacional</i>	40
2.3.2 <i>Software de simulação</i>	42
2.4 CRONOANÁLISE	44
2.5 CUSTOS E VIABILIDADE DE PROJETOS	48
2.5.2 <i>Classificação dos Custos</i>	49
2.5.3 <i>Fluxo de Caixa</i>	49
2.5.4 <i>Payback</i>	50
2.5.6 <i>Taxa interna de Retorno</i>	50

3 PESQUISA DE CAMPO.....	52
3.1 EMPRESA.....	52
3.1.1 <i>Arranjo Físico</i>	53
3.2 RESTRIÇÃO DO PROCESSO EM ESTUDO.....	55
3.3 COLETA DOS DADOS DE TEMPOS DE PRODUÇÃO PARA A CRONOANÁLISE	56
3.3.1 <i>Cronoanálise para Simulação da Automação</i>	60
3.4 SIMULAÇÃO DO PROCESSO NO SOFTWARE COMPUTACIONAL.....	62
3.4.1 <i>Modelo automatizado estabelecido no contexto.....</i>	62
4 RESULTADOS.....	64
4.1 ANÁLISE COMPARATIVA	64
4.2 CUSTOS	64
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	69
REFERENCIAL TEÓRICO.....	71

1 INTRODUÇÃO

Os avanços da tecnologia de automação industrial têm permitido às empresas, cada vez mais o aumento da produtividade, a redução de custos e a diminuição dos tempos de produção. Esta evolução tecnológica está atribuída ao controle eficiente de máquinas automatizadas que realizam tarefas repetitivas com maior rapidez e precisão, e que trazem resultados satisfatórios ao processo. Com estes benefícios trazidos pela automação, houve o despertar do interesse de diversas empresas do mundo dos mais variados segmentos. Com isto, pesquisas realizadas sobre este tema também ocorreram por diversas áreas, principalmente de engenharias. De acordo com o Web of Science, existem 2.266 artigos relacionados à “automação industrial”, onde a maioria está atrelada a engenharia elétrica e eletrônica que, sozinhas correspondem a 1.021 artigos, conforme demonstrado nos dados abaixo.

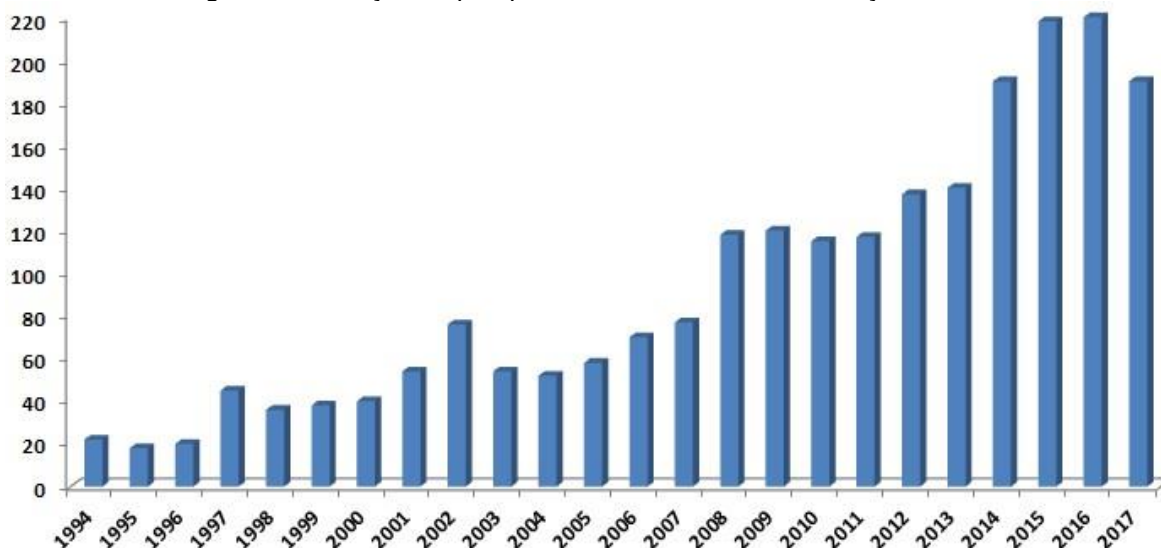
Figura 1 - Números de artigos relacionados com Automação Industrial



Fonte: Web of Science, 2018.

Os primeiros artigos são de 1961. Houve um interesse considerável sobre este tema no decorrer dos anos, pesquisadores de diversas instituições direcionaram estudos para este assunto, indicando a relevância do mesmo, conforme mostra a Figura 2.

Figura 2 - Evolução de pesquisas relacionadas à “Automação Industrial”.



Fonte: Web of Science, adaptado pelo autor, 2018.

Os principais periódicos científicos que publicaram artigos sobre este tema são IEEE Industrial Electronics Society, IEEE Transaction on Industrial Informatics, Lecture Notes in Computer Science, Proceeding of the Society of Photo Optical Instrumentation Engineers (SPIE) e Control Engineering. Existem também diversos encontros científicos como IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFAs), IEEE International Conference on Industrial Informatics (INDIN), IEEE International Conference on Industrial Technology on Robotics and Automation (ICRA).

Os países que mais pesquisam sobre este tema são Alemanha, China, Estados Unidos, Índia e Itália. Neste Ranking, o Brasil se encontra na 9ª colocação, isto demonstra a necessidade do aumento de pesquisas que o Brasil precisa desenvolver para chegar ao mesmo patamar de países desenvolvidos, perante a relevância que este tema traz para o desenvolvimento do país.

Visto a importância e relevância deste tema, o presente trabalho visa demonstrar o resultado do comparativo de produção entre o processo de costura de panos de prato com máquina overlock num modelo convencional de trabalho, sobre a proposta de implantação de um sistema automatizado para o mesmo processo. Esta implantação está direcionada para uma indústria do segmento têxtil, de porte médio localizada no interior do estado de São Paulo.

A baixa produtividade para atendimento do lead time da demanda do produto pano de prato em acabamento overloque tornou oportuna a busca por recursos específicos para o aumento da capacidade produtiva. Recursos estes evidenciados por meio de um sistema de automação, onde os elementos da manufatura estão enquadrados nos níveis um e dois da pirâmide da automação (ver Figura 3 - p.24).

Este estudo comparativo tem o objetivo geral de diagnosticar resultados, de forma a comprovar a hipótese de que com a automação deste processo a capacidade produtiva aumentará. O resultado foi obtido através das atividades inseridas dentro dos objetivos específicos, atribuídos em realizar um amplo estudo literário do tema em questão de forma a garantir a credibilidade do estudo e servir de base para o estudo de campo.

Justificando a ideia da melhoria proposta neste trabalho, foram elencados vários aspectos trazidos por diversos autores da literatura, os mesmos enfatizam os conceitos de automação para um processo e seus benefícios e as vantagens trazidas ao serem implantadas.

A metodologia utilizada para este trabalho iniciou com um estudo bibliográfico, ou seja, a pesquisa do tema, na visão de outros autores, o qual serviu de base literária para o desenvolvimento do estudo. A coleta de dados foi realizada através de um estudo de campo, aplicando o método da cronoanálise e posteriormente, os dados foram submetidos à técnica de simulação na obtenção dos resultados obtidos.

O trabalho está estruturado em 5 seções, nesta primeira apresentamos uma introdução ao tema, na segunda se enfatiza a fundamentação teórica baseada na revisão da literatura, comentando aspectos e dados relevantes relacionados ao tema proposto, como a automação e seus elementos, a máquina de costura e suas atribuições históricas, a ferramenta de simulação de processos e a técnica da cronoanálise na tomada de tempos de processo.

Na terceira seção está apresentado o estudo de campo, onde estão inseridos e comentados os dados sobre a empresa do estudo em questão, mostrando aspectos relacionados ao seu surgimento, seus principais clientes e produtos. Ainda está especificado como foi realizado toda a coleta de dados, que serviu de base para o desenvolvimento da cronoanálise na determinação do tempo

padrão e posteriormente a obtenção da capacidade produtiva no modelo convencional. Em seguida foi apresentada a simulação do sistema automatizado proposto, com base nos dados obtidos por meio da cronoanálise.

Na quarta seção se contemplam aspectos relacionados à análise dos resultados obtidos por meio da cronoanálise no modelo convencional em comparação ao modelo simulado através do software computacional de simulação para o sistema automatizado proposto. Ainda foi feita uma prévia análise dos custos relacionados à automação do processo. Na quinta seção estão apresentadas as considerações finais relacionadas a todo estudo realizado com base nos resultados adquiridos.

1.1 Tema

Automação com Máquina Overloque: um estudo de caso usando simulação.

1.2 Objetivos

Comparar e diagnosticar uma oportunidade de implantação de automação industrial no processo de acabamento de costura em pano de prato, realizado com máquina overloque, para que com isto possibilite o aumento da capacidade produtiva. Tais objetivos implicam em estabelecer métodos e técnica científica adequada que garantam tanto o objetivo geral na implantação da automação para o aumento da capacidade produtiva, quanto para os objetivos específicos em suas atribuições para comprovarem a hipótese. Enfim demonstrar o estudo com embasamento científico direcionado a oportunidades de melhoria para estabelecer processo produtivo eficiente com resultados eficazes.

1.2.1 Objetivo Geral

Comprovar a hipótese de que a implantação da automação do processo produtivo para acabamento de pano de prato com máquina overloque irá aumentar a capacidade produtiva do processo.

1.2.2 *Objetivos Específicos*

- Fazer uma ampla revisão bibliográfica sobre o tema proposto;
- Coletar dados de tempos de produção no modo convencional de costura, aplicando o método da cronoanálise;
- Realizar o processo de simulação no software computacional aplicando os elementos atribuídos para a automação;
- Analisar e comparar os resultados obtidos no modelo convencional de costura e na simulação no modelo automatizado;
- Apresentar em um modelo acadêmico o resultado final.

1.3 Problemática e problema

Aumentar a capacidade produtiva no processo de acabamento de pano de prato com máquina overloque, no modelo tradicional de trabalho.

1.4 Hipótese

A implantação da automação no processo produtivo para o acabamento com máquina de costura overloque, produzirá aumento na capacidade produtiva.

1.5 JUSTIFICATIVA

Através dos avanços trazidos pela automação industrial, pode-se obter a redução de custos e ter a possibilidade de “transformar máquinas especiais ou dispositivos simples, pouco produtivos, em equipamentos de altíssimo valor agregado”, afirma (AURÉLIO, 2018). O autor comenta ainda que:

Ao se verificar os ganhos reais e financeiros com a automação industrial, as empresas que utilizam os conceitos da indústria 4.0 nunca mais deixaram de investir e, com isso, não param de aumentar o faturamento de maneira contínua (AURÉLIO, 2018).

Carvalho (2018) reforça que a então chamada “Indústria 4.0 é fortemente embasada na automação que, por sua vez, se desenvolve a passos largos e atinge níveis de eficiência e excelência inimagináveis”. O autor salienta que o desenvolvimento mercadológico, da indústria e da necessidade de otimização dos processos em constante evolução tecnológica, desemboca um conceito eficiente de automação, que garante maior quantidade de produtos, qualidade, em um menor custo e tempo.

Em uma concepção futurista, Aurélio (2018) considera que o grande desafio para as soluções em automação industrial é servir de trampolim para o desenvolvimento industrial. Carvalho (2018) acrescenta que a automação servirá para elevar o fator de segurança e reduzir esforços em prol da excelência de resultados.

Seleme e Seleme (2008) enfatizam a ideia de que empresas com “máquinas automatizadas podem produzir maiores quantidades de produtos por unidade de tempo, do que a tradicional produção manual poderia realizar, aumentando assim, a produtividade”.

Eles destacam ainda que “no século XX, novas tecnologias de produção implicam na tecnologia de informação ou da automação no processo, o que permite que existam ganhos significativos de produtividade para as empresas”. Os autores salientam que “fazer uso dessas tecnologias avançadas ou de “ponta” significa aplicar descobertas científicas ou da engenharia, de processos e de produção”.

Ressaltam ainda que “a utilização de um sistema automatizado serve de auxílio para a elaboração de um produto, a fim de gerar diferenciais competitivos para as empresas” (SELEME e SELEME, 2008, p. 103).

De acordo com Andrade (2017) os benefícios trazidos pela automação são ilimitados, pois em qualquer ambiente que tenha a demanda de produção, terá um processo automatizado que conseqüentemente aumentará significativamente o seu desempenho global. O autor argumenta ainda que, “este motivo, por si só, já é um grande responsável por fazer com que a automação industrial seja cada vez mais popular em todo o mundo”.

Andrade (2017) descreve ainda alguns destes benefícios, promovidos pela automação industrial:

- Aumento da produtividade: “A automação aplicada a máquinas automáticas permite o alcance de ciclos de produção mais rápidos com maior eficiência e repetitividade”.
- Redução de Custos: “Pois podem oferecer um rápido retorno sobre o investimento através do aumento na produtividade e eficiência”.
- Melhoria da Qualidade: “Com automação industrial, os processos podem ser cuidadosamente regulados e controlados, de modo que a qualidade do produto final seja mais consistente”.
- Segurança: “Sistema automatizado industrial deve ter a premissa, da segurança. A norma regulamentadora (NR-12) obriga os fabricantes de máquinas, a seguirem rigorosamente práticas de segurança”.
- Vantagem Competitiva: “A automação industrial tem proporcionado às empresas de manufatura a capacidade de ficar em sintonia ou até mesmo passar à frente dos seus concorrentes”.
- Precisão: “A precisão é um dos principais pontos dos benefícios da automação industrial. Geralmente possui sensores e processadores que são utilizados para o monitoramento de todo o processo para manter a precisão”.
- Monitoramento Remoto: Pois “a operação remota e os sistemas de controle estão cada vez mais integrados na maioria dos sistemas de automação industrial” (ANDRADE, 2017).

A necessidade de se obter um resultado antecipado na realização de projetos de automação da manufatura dentro de uma empresa é um fator determinante na tomada de decisão. Nesta linha de pensamento Schmid (2008) relata que a automação industrial evidencia singularidades que possibilitam uma avaliação prévia de um sistema antes mesmo de ser construído. O autor comenta ainda que o método utilizado para se obter este resultado é o de simulação computacional.

Prado (2004) afirma que a simulação tem inúmeras aplicações, “nas mais diversas áreas desde a produção em manufatura até o movimento de papéis em um escritório”. O autor comenta ainda que o conceito mais aceito atualmente é que a “simulação é uma técnica de solução de um problema pela análise de um modelo que descreve o comportamento do sistema usando um computador digital”.

Harrel, Grosh e Bowden (2000) consideram que, para a simulação, os elementos de um sistema são as entidades, atividades (tarefas), recursos, e controles. Estes elementos definem quem, qual, onde, quando e como uma entidade é processada.

1.6 METODOLOGIA

1.6.1 Método de Abordagem

Abordaremos essa pesquisa a partir do método hipotético dedutivo. Tal método, proposto pelo filósofo austríaco Karl Popper, busca a eliminação dos erros de uma hipótese. Faz isso a partir de uma resposta provisória ou hipótese, estabelece-se que situação ou resultado experimental nega essa hipótese e tenta-se realizar experimentos para negá-la. Assim, a abordagem do método hipotético- dedutivo é a de buscar a verdade eliminando tudo o que é falso (LAKATOS e MARCONI, 2003).

1.6.2 Métodos de Procedimento

O método e procedimento utilizado nesta pesquisa será o monográfico, pois abordará um estudo de caso, que por meio de técnicas adequadas específicas investigará a hipótese, através do método da cronoanálise e simulação de processo.

1.6.3 Técnicas de Pesquisa

Foram utilizadas várias Técnicas de Pesquisa nesse trabalho. A técnica que se faz necessária durante toda a pesquisa é a Documentação Indireta, com a Revisão Bibliográfica sobre o tema proposto. A revisão bibliográfica é de extrema importância, pois nos dá o embasamento teórico necessário para corroborar, ou seja, fortalecer a credibilidade dos resultados obtidos. Além da Documentação Indireta, utilizaremos a Documentação Direta a partir da Pesquisa de Campo, pois faremos um estudo quantitativo dedutivo e exploratório em uma empresa do segmento têxtil no setor de costura, onde será realizada uma observação sistemática, participativa, em equipe e na vida real.

Na pesquisa foi utilizada a técnica de Documentação Indireta e documentação Direta, por meio da revisão bibliográfica e pesquisa de campo respectivamente, onde nesta última foi utilizada a técnica quantitativa descritiva e exploratória.

Na revisão bibliográfica estão dispostos os conceitos científicos sobre o tema proposto, desta forma, a revisão bibliográfica é indispensável para obter uma ideia precisa sobre o estado atual dos conhecimentos do tema, das suas lacunas e

dá a contribuição da investigação para o desenvolvimento do conhecimento (LAKATOS e MARCONI, 2010).

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Automação

De acordo com Black (1998), o conceito de automação é definido como a técnica de tornar um processo ou sistema automático e refere-se tanto a serviços executados como a produtos fabricados automaticamente e às tarefas de intercâmbio de informações. Na concepção de Seleme e Seleme (2008), a automação é como “sistemas automáticos de controle, pelo qual os mecanismos verificam seu próprio funcionamento, efetuando medições e introduzindo correções, sem a interferência do homem”.

Para Moraes e Castrucci (2013) o conceito de automação é transformar atividades manuais repetitivas em automáticas, dispondo dispositivos de coleta de dados nos processos, fazendo com que diminua a necessidade da interferência humana, e se obtenha maior velocidade nas operações, reduzindo assim os erros e garantindo a fidelidade de informações.

Rosário (2005) salienta que “a automação é todo processo que realiza tarefas e atividades de forma autônoma ou que auxilia em suas tarefas diárias”. O autor ressalta ainda que “dentro da indústria a automação estabeleceu como consequências imediatas, a elevação da produtividade e da qualidade dos produtos e serviços”.

Santos e Silveira (1998) consideram que a automação pode ser entendida como “um conceito e um conjunto de técnicas, por meio das quais se constroem sistemas ativos capazes de atuar com eficiência ótima pelo uso de informações recebidas do meio pelo qual atua”.

2.1.1 Controle automático do processo

Garcia (2017) pondera o controle automático de um processo, como sendo “o modo de continuamente manter certas variáveis físicas ou químicas de um processo nos valores desejados, sem a ação humana direta”. O autor explica que, este conceito “pode ser definido como a técnica de balancear o fornecimento de

matéria ou energia em função da demanda, ao longo do tempo, a fim de manter o processo em condições de operação predefinida”.

A aplicabilidade deste controle automático consiste em “fazer com que suas variáveis, interajam de modo ordenado, mantendo os valores o mais próximo possível de valores considerados ideais” (GARCIA, 2017, p. 23).

De acordo com Garcia (2017) um controle automático proporciona o “aumento dos rendimentos operacionais, pois como os padrões de qualidade são mantidos dentro do especificado, a quantidade de material rejeitado diminui, economizando matéria-prima, mão de obra e energia”.

Neste sentido, Garcia (2017) menciona que o controle automático “mudou o relacionamento do homem com o processo, liberando-o de tarefas sistemáticas, repetidas e sem interesse intelectual para tarefas nobres, nas quais ele pode desenvolver sua imaginação e sua criatividade”.

2.1.2 Arquitetura da automação

A automação industrial se aplica em vários níveis de uma planta. Estes níveis ficam estruturados em um diagrama de hierarquia, que evidencia a visão vertical de toda cadeia de atividades (MORAES e CASTRUCCI, 2013, p.13). Estrutura é conhecida como Diagrama Pirâmide da Automação, conforme está apresentado na Figura 3.

Moraes e Castrucci (2013) descrevem a seguir os respectivos níveis:

Nível 1: é o nível das máquinas, dispositivos e componentes (chão de fábrica). Ex.: Máquinas de embalagem, linha de montagem ou manufatura.

Nível 2: é o nível dos controladores digitais, dinâmicos e lógicos, e de algum tipo de supervisão associada ao processo. Aqui se encontram concentradores de informações sobre o nível 1, e as interfaces Homem Máquina (IHM).

Nível 3: permite o controle do processo produtivo da planta; normalmente é constituído por bancos dados com informações dos índices de qualidade da produção, relatórios e estatísticas de processos, índices de produtividade, algoritmos de otimização da operação produtiva. Ex.: avaliação e controle da qualidade em processo químico ou alimentício; supervisão de um laminador de tiras a frio.

Nível 4: é o nível responsável pela programação e pelo planejamento da produção realizando o controle e a logística dos suprimentos. Ex.: controle de suprimentos e estoques em função da sazonalidade e da distribuição geográfica.

Nível 5: é o nível responsável pela administração dos recursos da empresa, em que se encontram os softwares para gestão de vendas financeira, é também onde se realizam decisões e o gerenciamento de todo o sistema. Conforme (MORAES; CASTRUCCI 2013, p.13).

Figura 3 - Pirâmide da Automação

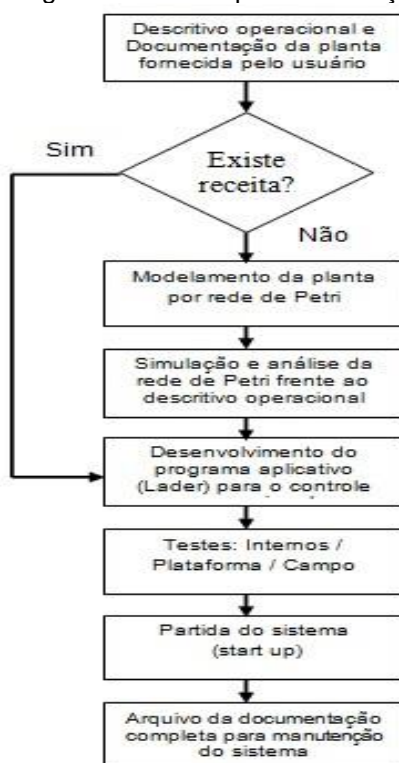


Fonte: Moraes; Castrucci 2013, p.13. Adaptado pelo autor

2.1.3 Projeto de automação

Moraes e Castrucci (2013) comentam que “existem duas modalidades distintas de desenvolvimento de projeto em automação. Na primeira, o usuário sabe exatamente todas as ações que deseja ver automatizadas”. Na outra, “ele define somente o resultado final”. Os autores mencionam ainda que o diagrama de bloco é a forma que demonstra o fluxo destas duas modalidades em um projeto, conforme mostra a figura 4.

Figura 4 - Diagrama de Bloco para automação industrial



Fonte: Moraes, Castrucci, 2013. Adaptado pelo autor

2.1.4 Controladores Programáveis

Segundo Garcia (2017) “os CLP (controlador lógico programável), também conhecidos como PLC (programmable logic controllers) são pequenos computadores usados para a automação de processos industriais”. O autor observa ainda que, “os CLP são projetados para suportar condições adversas, como temperatura elevadas, poeira ou pó, imunidade a ruído elétrico e resistência à vibração e impactos”.

A origem do CPL se deu pela necessidade em “substituir os painéis com relés, diminuindo assim o alto consumo de energia, a difícil manutenção, a complicada modificação de comandos e as custosas alterações na fiação” (GARCIA, 2017, p. 36). Neste mesmo contexto, Capelli (2013) também acrescenta que o surgimento do primeiro PLC ocorreu na indústria automobilística no final de 1960, e eram verdadeiros armários de relés eletromecânicos com uma grande extensão de fios. Nestas primeiras condições, geravam-se grandes transtornos quando precisavam realizar algumas alterações no modo de operação, devido ao enorme

volume de componentes que o compunha (CAPELLI, 2013, p.20). Entretanto passados dez anos ocorreu à integração de um PLC com uma CPU, por um processador AMD 2901, o que melhorou muito seu progresso, pois em 1973 surge à primeira comunicação entre CLP, denominada Mod bus (CAPELLI, 2013, p.21).

Capelli (2013) coloca ainda que com este progresso possibilitou ao PLC “controlar máquinas à distância e a utilizar as tensões analógicas para sensores”.

Diante destes elementos Garcia (2017) expõe que um único CPL pode substituir milhares de réles temporizadores, sendo adaptável a uma enorme gama de tarefas de automação, as quais são tipicamente processos industriais de manufatura.

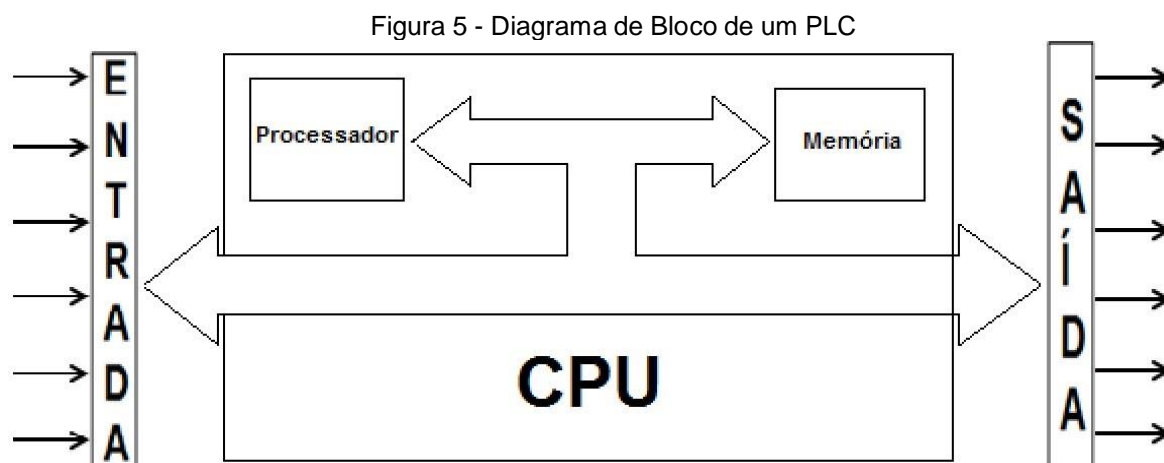
A padronização dos parâmetros relacionados aos PLCs, por volta de 1980, veio com a norma IEC 61131-3, devido à grande variabilidade dos recursos e incompatibilidade de protocolos entre fabricantes (CAPELLI, 2013, p.21). O autor observa que, com isto, “dentro da nova IEC 61131-3 pode-se programar um PLC de quatro modos diferentes, sendo por diagrama de blocos, lista de instruções, Ladder e texto estruturado”.

De acordo com Santos e Silveira (1998) a compreensão e funcionamento de um PLC estão associados aos conceitos de Variáveis de entrada, variáveis de saída e programa. Os autores explicam ainda que as variáveis de entrada “são sinais externos recebidos pelo PLC, os quais podem ser oriundos de fontes pertencentes ao processo controlado ou de comandos gerados pelo operador”.

Entretanto as variáveis de saída “são os dispositivos controlados por cada ponto de saída do PLC. Taís pontos podem servir para intervenção direta no processo controlado por acionamento próprio, ou também de sinalização”, (SANTOS e SILVEIRA, 1998, p.82).

Já o funcionamento do programa se dá pela “especificação de instruções selecionadas de um conjunto de opções oferecidas pelo PLC em uso e que efetuam as ações de controle desejadas, ativando ou não as memórias internas e os pontos de saída do PLC” (SANTOS e SILVEIRA 1998, p.83).

Neste sentido, Santos e Silveira (1998) definem PLC como sendo composto por dois elementos principais, “um CPU (Unidade Central de Processamento) e interfaces para os sinais de entrada e saída”, conforme a figura 5.



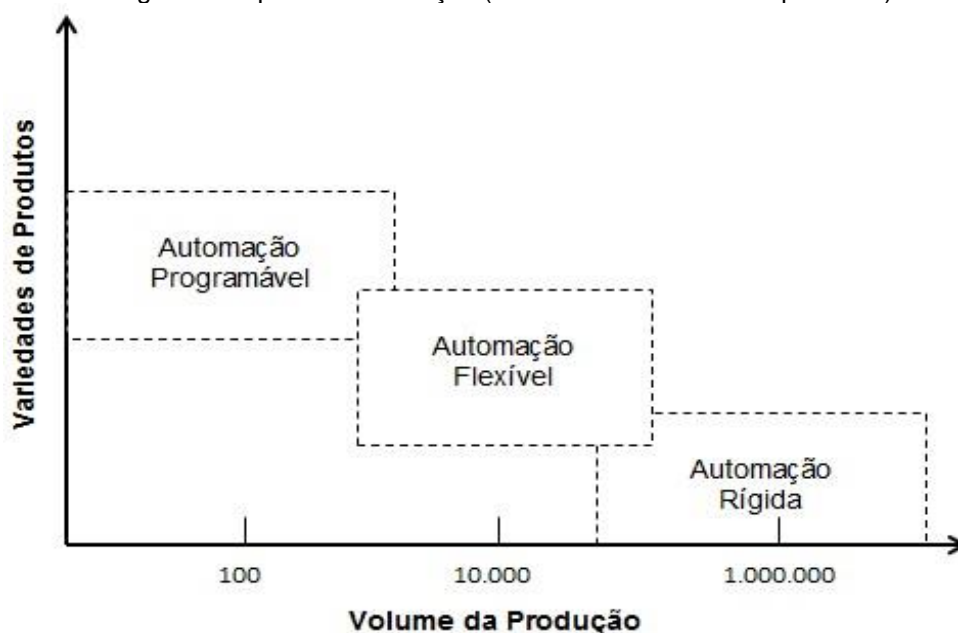
Fonte: Santos e Silveira, 1998. Adaptado pelo autor.

Santos e Silveira (1998) observam que o CPU, “pode ser compreendido como sendo o cérebro de um PLC e que é responsável por controlar todas as ações por ele exercidas, e é constituída por um processador, memória e um sistema de barramento de interligação”.

2.1.5 Classificação da Automação

Segundo Rosário (2005) “a automação industrial, pode ser dividida em três classes: a rígida, a flexível e a programável”, conforme ilustrado no gráfico da Figura 6.

Figura 6 - Tipos de automação (volume e variedades de produtos)



Fonte: Groover, 2011. Adaptado pelo autor.

Rosário (2005) comenta cada uma delas no trecho a seguir:

A automação fixa é utilizada quando o volume de produção é elevado; nesta forma, a linha de produção é composta de diversas máquinas de comando numérico (CN), chamadas estações de trabalho. Nessas estações é realizado um conjunto de operações e, à medida que são terminadas as produções possui uma linha de produção fixa, voltada apenas para a concepção de um determinado tipo de produto.

A automação flexível é utilizada para um volume de produção média, decorrente da maior interação da área de engenharia mecânica com tecnológica eletrônicas embarcadas e sistemas de informação. Nesta forma, a automação, aliada à flexibilidade, possibilita que sejam fabricados diversos produtos ao mesmo tempo, utilizando-se o mesmo sistema de produção.

A automação programável é utilizada para um volume de produção relativamente baixo e diversificado, ou seja, a produção é efetuada em pequenos lotes. Nesta forma de produção os equipamentos devem ser reprogramados a cada novo lote.

2.1.6 Principais componentes do sistema automatizado proposto.

Nesta proposta de automação no processo de costura são destacados os princípios de funcionamento de alguns dos elementos essenciais para desempenho de toda a malha. Por exemplo, o motor elétrico trifásico, ou seja, um motor elétrico trifásico quando acoplado a um conjunto de engrenagens que possibilita a redução de velocidade de uma esteira.

Figura 7 - Motores



Fonte: Site Weg, 2018.

Segundo WEG (2018) os motores, quando acoplados a redutores, permitem integração com diversos equipamentos, seu funcionamento basicamente é transformar a energia elétrica em energia mecânica, para aplicações de diversos fins, como: “Transportadores de rolos; agitadores; guinchos; elevadores; transportadores de serviço pesado para materiais a granel; picadores; esteiras transportadoras... entre outros”.

De acordo com WEG (2018) para realizar o controle preciso da velocidade desses motores de indução trifásico, necessita-se de um inversor de frequência, conforme mostrado na figura abaixo, pois ele é o responsável por direcionar tensões que controlam de forma flexível a rotação do motor.

Figura 8 - Inversor de Frequência



Fonte: Site Weg, 2018.

A maioria dos motores são programados a receber uma frequência de 60 Hertz, dependendo do país de instalação, logo a função principal de um inversor

é controlar esta frequência de alimentação da tensão, fazendo com que haja um controle suave e otimizado de velocidade nas partidas e paradas do motor.

Para realizar estas partidas e paradas é preciso que os comandos de acionamento deste motor recebam um sinal, podendo ser através de botões de acionamento ou por um sinal elétrico através de sensores, conforme mostrado na figura 9.

Figura 9 - Sensor fotoelétrico



Fonte: Site Sick, 2018.

Existem diversos tipos de sensores especificados para diversas funções, este modelo de sensor fotoelétrico representado acima, tem como função transformar uma grandeza física em elétrica, bastante utilizada na indústria na detecção de objetos no processo produtivo (SICK, 2018).

Outro componente essencial para um processo automatizado são os contadores, pois “são dispositivos de manobra mecânica, acionados eletromagneticamente por uma elevada frequência de operação”, responsáveis por realizar os comandos dos motores (SICK, 2018).

Figura 10 - Contador



Fonte: Weg, 2018.

WEG (2018) menciona outro dispositivo com grande importância para este sistema que são os relés, ou seja, “equipamentos que fazem a supervisão de

circuitos e que garantem a segurança do equipamento/sistema e do operador. São projetados para atender as mais atualizadas normas de segurança”.

Figura 11 - Relé



Fonte: Site Weg, 2018.

Para controlar os sinais de entrada, realizar o processamento e enviar sinal de saída para outros dispositivos integrados, e fazer com que os mesmos realizem o comando de uma forma desejada no processo produtivo, é indispensável o uso de um CLP (controlador lógico programável). Segundo WEG (2018), como o modelo exemplificado na Figura 12, o CLP permite criar e controlar toda a lógica de programação em linguagem Ladder de acordo com as variáveis do processo, através de um software específico além da possibilidade de interação IHM (interface homem máquina).

Figura 12 - CLP (controlador lógico programável)



Fonte: Site Weg, 2018.

Para a segurança deste sistema existem os dispositivos de proteção, no caso os disjuntores, que são componentes utilizados em quadros de distribuição, responsáveis por realizar o desarme automático, caso ocorra uma sobrecarga na corrente elétrica (WEG, 2018).

Figura 13 - Disjuntores



Fonte: Site Weg, 2018.

Todos os eventuais comandos manuais necessários durante o processo devem ser realizados por meio dos dispositivos de comandos, ou seja, um conjunto de botões específicos para determinadas funções do equipamento, como mostra a Figura 14.

Figura 14 - Botoeiras



Fonte: Site View tech, 2018.

2.2 Máquina de Costura

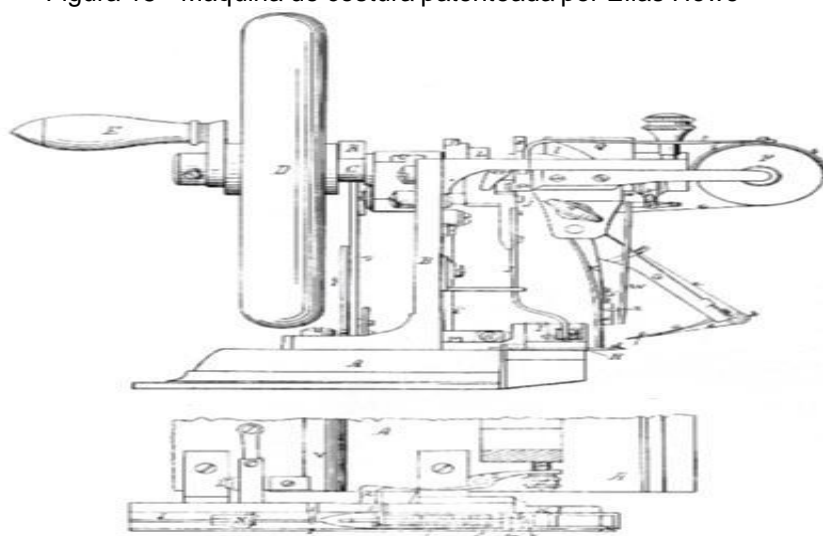
2.2.1 História da Máquina de costura

De acordo com marcos históricos a máquina de costura não foi obra de um só inventor, foi sim uma “criação coletiva de diversos gênios” que com sucessivos avanços caminharam em direção da mesma (ABIMAQ, 2006).

Segundo a Abimaq tudo se inicia por volta do ano de 1700, quando o inglês Thomas Saint constrói e patenteia a primeira máquina de costurar para confecção de sapatos e botas.

Por volta de 1846, o engenheiro mecânico norte americano Elias Howe, após várias tentativas frustrantes em aperfeiçoar o modelo ideal de agulha, observa um modelo com base nas lanças de tribos indígenas, e consegue desenvolver uma agulha onde o furo é localizado na ponta e assim realiza a construção de uma máquina de costura de ponta lançada de acordo com a figura 15 a seguir, (ABIMAQ, 2006).

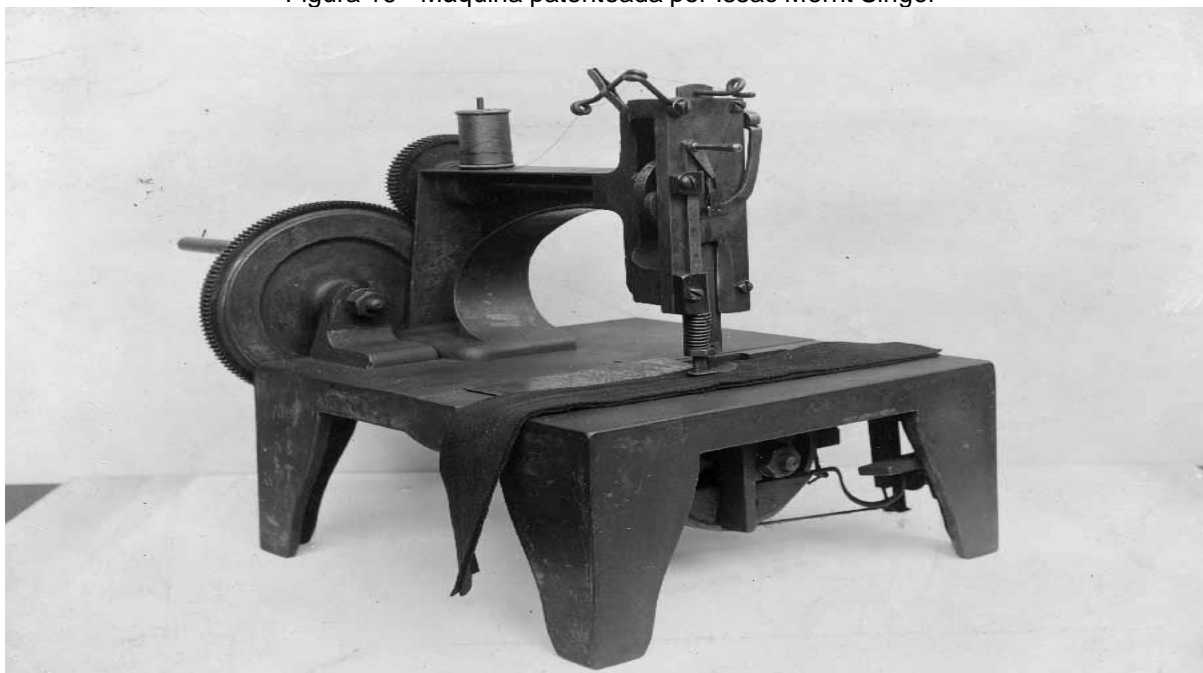
Figura 15 - Máquina de costura patenteada por Elias Howe



Fonte: Abimaq, 2006

A Abimaq (2006) salienta que em 1851, após Issac Merrit Singer aperfeiçoar, fabricar e patentear uma máquina de costura em série, ocorre uma disputa judicial entre Elias Howe e Issac Merrit, vencida por Elias. Contudo a Marca Singer, de Issac Merrit, foi a que mais se destacou, evidenciando assim a marca após a fundação da companhia Singer, tornando-se reconhecida mundialmente.

Figura 16 - Máquina patenteada por Issac Merrit Singer



Fonte: Abimaq, 2006

Abimaq (2006) ainda comenta que comercialmente a primeira produção só ocorreu em 1929, pelo alfaiate Francês Barthélemy Thimmoneir, que posteriormente foi introduzida à produção em série pelo empresário M. Magnin com capacidade de 200 pontos por minuto.

A Abimaq menciona que existem vários outros nomes na história, que contribuíram para o desenvolvimento da máquina de costura como a de um alemão, Wersenthal, que são atribuídas às primeiras experiências com a máquina, e de um reverendo conhecido como John Adams Dodge. Temos também Walter Hunt que foi responsável por combinar uma lançadeira e agulha com olho na ponta, John Bachelder que desenvolveu e patenteou a primeira máquina de alimentação contínua. Neste cenário temos ainda Lerow e Blodget que inventaram a primeira lançadeira de movimento contínuo de giro no plano horizontal, o gancho rotativo de Allen B. em 1851, o dispositivo de ponto corrente de dois fios de William Grover entre outros.

Conforme mencionado anteriormente por Abimaq (2006), existem vários outros nomes que contribuíram para o desenvolvimento da máquina de costura, um exemplo disto, é o modelo que segue no Quadro 1 abaixo, onde está

disposto a evolução da máquina de costura (CARVALHO, 1999; apud GUERRA 2005).

Quadro 1 - Evolução da Máquina de costura.

Evolução da Máquina de Costura	
Ano	Criador / Invenção
1750	Weisenthal (Alemão residente na Inglaterra). Patenteou uma Máquina de costura que imitava movimentos das mãos.
1780 – 1790	Thomas Saint (Inglês). Criou um protótipo de máquina que utilizava agulhas de ganchos, proporcionando costurar de forma contínua e que facilitava o desmanche da costura.
1780 – 1790	John Duncan. Colocou o olhal (orifício) na ponta da agulha, derrubando a tradicional milenar de fabricação de agulhas que utilizava o olhal no centro.
1786 – 1810	Balthasar Krems. Aperfeiçoou a utilização da agulha com olhal na ponta, através da utilização da linha de costura de forma contínua possibilitando conseguir costurar com velocidade de 300 a 350 pontos por minuto.
1807 – 1839	Joseph Madersperger. Criou a primeira máquina realmente usável, que permitia entrelaçar duas linhas de costura. Porém, Madersperger não foi reconhecido em vida pela sua invenção, que acabou morrendo em total pobreza.
1829	Barthélemy Thimonner. Apresentou ao público sua máquina de ponto em cadeia simples que tinha ótimo funcionamento. Chegou a produzir 80 máquinas, e um grande número foi vendido a uma fábrica de uniformes militares. Thimonner conquistou o mérito de primeiro fabricante de máquina de costura.
1830	Georges Opdyke (Americano). Propôs a substituição das roupas sob medida (artesanal) para a confecção em série. Foi Opdyke que deu início a confecção industrial.
1831	Com o sucesso das máquinas de Opdyke, os alfaiates (artesões) de Paris se rebelaram e destruíram todas as máquinas que encontravam, alegando que a máquina não era importante e que tirariam os seus trabalhos.
1845	Elias Howe. Entrou para a história com seu invento de máquina de costura em lançadeira oscilante que permitia fazer uma máquina de igual característica, mas sem capacidade de costura.
1845	A partir desta data, as máquinas de costura se desenvolvem através de muitos melhoramentos e pode-se dizer que J.Merritt Singer foi o destaque no campo técnico e na área comercial, transformando máquinas de costura em objetos de desejo.
1847 – 1853	Durante os anos de 1847 a 1853, Allen B. Wilson, de Michigan, desenvolveu a lançadeira rotativa, o transporte de quatro movimentos e o transporte por dentes. A máquina de Wilson foi comercializada por Wheeler & Wilson Machine Company, que se tornou parte da The Singer Company.
1851	Em 1851, Isaac Merritt Singer fabricou a primeira máquina de costura prática. Além de ter uma agulha reta com orifício na ponta e com movimento vertical, foram utilizados na máquina os seguintes elementos: lançadeira de barquinho, uma alavanca estica-linha, dispositivo de tensão de linha, uma mesa para apoiar o

	material a ser costurado, um calcador com ação de mola para eliminar as ondulações de tecido e um dente circular recartilhado, emergindo sobre a mesa através de uma fenda. Uma polia com biela transmitia o movimento simultaneamente ao braço e à lançadeira, através de um jogo de engrenagens.
1855	O ponto máximo da máquina de costura Singer foi a apresentação da máquina elétrica na exposição universal de Paris. A exposição universal de Paris de 1855 trouxe a grande novidade das máquinas em movimento e também apresentou a eletricidade como a nova e revolucionária fonte de energia.
1881 - 1889	Foi inventada o primeiro modelo de máquina de costura, tipo Overlocke pelo Merrow Machine Company. J. Makens Merrow e seu filho Joseph Merrow, que era proprietário de uma fábrica de tricô estabelecido em Connecticut em 1838, desenvolveu uma série de avanços tecnológicos a serem utilizados nas operações da fábrica. Merrow da primeira patente foi uma máquina de costura crochê. Merrow crochê ainda produz máquinas baseadas neste modelo original. Esta tecnologia foi um ponto de partida para o desenvolvimento da máquina overlock, patenteado por Joseph Merrow em 1889.
1890 - 2000	Surgimento de novos fabricantes de máquina de costura e de bordado em todo mundo.(Bernina, Brother, Janome, Elna, Lanmax, PFAFF, Pegasus, Juki, etc...). Com maior destaque para a Marca Bernina.
1893	Karl Friedrich Gegauf inventou a primeira máquina de costura com costura Hemisférica do mundo, capaz de costurar 100 pontos por minuto.
1895	Em 1895 Karl Friedrich construiu a máquina de costura de ponto cruz.
1937 - 1945	Fritz Gegauf filho de Karl Friedrich introduziu a primeira máquina de costura Zigue-Zague da marca Bernina. E em 1945 Lança a primeira máquina Zigue-zague portátil do mundo no mercado.
1921 - 1949	Singer company Lança uma máquina de costura elétrica portátil de uso doméstico. E em 1945 também desenvolve uma máquina de costura com capacidade para fazer até 4.000 pontos por minuto.
1963	Odette Gegauf Ulteschi lança a primeira máquina de costura Bernina com um patenteado elevador de calcador ativado por joelho.
1968	Singer company realiza o lançamento no mercado brasileiro da máquina doméstica Multiponto, modelo inovador para a época, porque além de fazer os pontos retos e ziguezague, era possível também fazer vários pontos decorativos.
1971	A empresa Janome ficou reconhecida com inovações em máquinas de costura e bordados através do estabelecimento de um laboratório de pesquisa em Tóquio em 1964. Então, em 1971, lança a primeira máquina de costura com funções programáveis e informatizadas no mercado. Sendo a primeira empresa a desenvolver máquina de costura doméstica computadorizada.
1975	Singer Company Lança também no mercado brasileiro a ATHENA 2000, primeira máquina de costura eletrônica do mundo. A máquina, que apresentava luz embutida e duas velocidades, facilitava a seleção dos pontos com desenhos circulares, flores e motivos infantis.
1982	A empresa Bernina lança a primeira máquina de costura doméstica modelo 930 com a função de ponto elástico e um motor especialmente possante.

1986	A empresa Bernina lança sua primeira máquina de costura computadorizada, com casa de botão totalmente automático em uma etapa e memória padrão de ponto.
1978 - 1990	Com os avanços envolvendo a tecnologia aplicada a Singer Company Lança a máquina de costura controlada por computador. E em 1990 realiza também três novos lançamentos, a QUANTUM, uma linha de máquinas de costura especificamente voltada para profissionais que necessitavam de alta performance e fácil manuseio, o lançamento no Brasil da primeira máquina overlock doméstica e logo depois o lançamento de uma linha de máquinas de costura em overlock de alta performance.
1993	A empresa Bernina lança o modelo de máquina de costura 1630, que traz alterações na largura do ponto para 9mm (3/8 pol.) e mais de 400 padrões de pontos, monogramas, cinco alfabetos e permite costurar em 16 direções.
2001	Em 2001 a empresa Bernina lança o modelo activa 145, máquina de costura e bordado com vários botões de ponto de costura e bordado, equipada também com um software específico CPS para configurações personalizadas de imagens escaneadas que podem ser convertidas em modelos de bordados.
2004	A empresa Bernina lança o regulador de tensão de ponto (BSR) para comprimentos uniformes de pontos em costura de movimentos livre.
2005	A empresa SVP Worlwide através da Marca alemã PFAFF Lança no mercado máquina de altíssima precisão nos modelos Quilt Expression 4.2, , a Ambition 1.0 e a Passport 2.0, todas eletrônicas. O grande diferencial das máquinas PFAFF é o original sistema IDT, que é o transporte duplo integrado para costurar qualquer tipo de tecido com total precisão.
2006	A empresa Bernina atenta nos avanços computadorizados lança no mercado uma máquina de costura e bordado integrado com uma tela de toque com entrada USB e sistema operacional Windows.
2009	A empresa Bernina inova ao lançar uma máquina de costura e bordado com um software Cut work tool e Cut work, que permite desenhar formas na tela e em seguida corta-las na máquina de costura.
2009 - 2013	A empresa Bernina aprimora seus softwares, criando novas funcionalidades para as máquina de costura e bordados no campo tridimensional e de designer.
2014	A empresa Bernina lança a máquina de costura em bordados com multi-agulhas que representa uma inovação em termos de costura em bordados.
2000 - 2017	Surgimento de empresas especializadas em automação no segmento têxtil em especial envolvendo máquinas de costuras nos processos. Adequando as máquinas de costuras com o que há de mais avançados em termos de tecnologia aplicada, como: sensoriamento; CLP com interface homem- máquina; motores direct drive e robótica;

Fonte: Carvalho (1999), Guerra (2005), adaptado pelo autor 2018.

2.2.1 Tipos de Máquina de Costura

No decorrer dos anos houve um processo evolutivo referente à tecnologia embutida nas máquinas de costuras, conforme visto anteriormente em sua própria história. Com isto, vários tipos de máquinas também foram se desenvolvendo para diversos segmentos. A figura 17, mostrada abaixo, traz os principais tipos que são utilizados na industrial em geral:



Fonte: Singer, 2018, adaptado pelo autor.

2.2.2 Máquina de Costura tipo Overloque

A máquina Overloque é um tipo de máquina, que efetua simultaneamente a costura e o acabamento das bordas, para que não desfie o tecido utilizado no processo. Na figura 18, a seguir, mostra-se o acabamento para este tipo de máquina.

Figura 18 - Acabamento de costura overloque



Fonte: CM Costura, 2018.

Um exemplo visual de máquina que efetua este tipo de acabamento, é o modelo especificado no cabeçote da figura 19, logo abaixo, ou seja, uma máquina overloque LM 303 HR, que contém uma agulha, trabalha com três fios e a lubrificação de seus componentes internos ocorre automaticamente durante o processo. “Este modelo de máquina é ideal para a união de tecidos leves e de decoração de materiais. Seu mecanismo é feito com um rígido controle de qualidade, sendo testado em condições extremas de uso” (LAMAX, 2018).

Lamax (2018) menciona ainda algumas especificações que são atribuídas a este modelo como: tamanho de ponto com 7 mm, velocidade de 6000 rotações por minutos, motor tipo convencional, agulha tipo DCx27, Looper superior e inferior de entrelaçamento de fios.

Figura 19 - Cabeçote da Máquina de costura Overloque Industrial



Fonte: Site Lamax, 2018.

2.3 Simulação

2.3.1 Simulação Computacional

Prado (2004) defende que a simulação é uma técnica utilizada para imitar o funcionamento de um sistema real. O autor ainda acrescenta que “com o surgimento do computador na década de 50 a modelagem de filas pôde ser analisada pelo ângulo da simulação, e que não mais se usam fórmulas matemáticas”.

Para Harrel, Grosh e Bowden (2000) a simulação computacional é um recurso que auxilia na busca por resultados. Os autores reforçam ainda que a simulação representa os diversos meios e recursos da produção ou do sistema modelado com as suas complexas inter-relações, gerando informações que auxiliam na tomada de decisões sobre o que e quando atuar.

Simulação é uma imitação de uma situação real ou hipotética através de um modelo, podendo ser implementada através de programação matemática ou através de softwares, como por exemplo, o Arena e o FlexSim.

Harrel *et al* (1997) explicam que a simulação “é um processo de experimentação com um modelo detalhado de um sistema real para determinar como o sistema responderá a mudanças de otimização”.

Os avanços tecnológicos envolvendo a simulação de processos vêm se tornando cada vez mais aplicáveis para tomadas de decisões referentes a “projetos de sistemas de projeção de possíveis estados futuros, baseando-se em dados atuais” (HARREL *et al*, 1997, p. 2). Os autores expõem ainda que a simulação pode “apresentar um excelente desempenho tanto na avaliação de proposta de um sistema existente, quanto a um novo projeto”. Entretanto os autores reiteram que “na sua forma mais pura, a simulação é uma ferramenta para avaliar ideias”, tendo com isto, a possibilidade de analisar os impactos positivos resultantes.

Harrel *et al* (1997) refletem que “o teste é um pré-requisito natural para a implementação de uma ideia, para a realização de um sistema real se tornar ideal”. Todavia os autores comentam que “nem sempre isto é possível, o custo associado à mudança de um sistema pode ser alto, tanto em termos do capital necessário quanto em termos da perda resultante da interrupção da operação”. Para

retratar estas dificuldades encontradas para experimentação física, os autores ressaltam a importância da simulação como uma alternativa viável para prever resultados.

De acordo com Harrel *et al* (1997) “a maioria dos sistemas atuais são dinâmicos e estocásticos por natureza”. Os autores explicam que sistemas dinâmicos estão diretamente relacionados em “ações com fatores de influência que vão mudando ao longo do tempo”, enquanto os estocásticos, “sugerem mudanças que podem variar indiscriminadamente”. Diante destes conceitos os autores enfatizam que “encontrar e testar melhorias potenciais para problemas de sistemas dinâmicos e estocásticos” podem ser encontrados sob a forma dos seguintes modelos:

Modelos de opinião, que são compostos basicamente de palpites. As crenças e ideias de um indivíduo ou um grupo servem como representação do sistema. Em decorrência de que dados pouco ou nada quantificáveis são utilizados para avaliar alternativas, este tipo de modelagem pode degenerar em um teste de egos ao invés de solução.

Modelos matemáticos estáticos delineiam aritmeticamente um sistema. As características operacionais de um sistema são descritas em termos de equações numéricas e os efeitos potenciais de uma alternativa são derivados de uma simples computação de equações. O comportamento e o desempenho do sistema são determinados pela soma de efeitos individuais. Planilhas analíticas são exemplos de modelos matemáticos estáticos.

Modelos de simulação, que são também matemáticos por natureza e empregam o uso de equações numéricas para descrever as características operacionais do sistema. A simulação difere de modelos estáticos porque ela é guiada pelos eventos. O evento é algo que acontece em certo instante, como por exemplo, a chegada de uma peça em uma máquina. A ocorrência de um evento pode mudar o valor da variável utilizada no cálculo. O comportamento e o desempenho do sistema são derivados da média das respostas observadas em relação às ocorrências de uma grande quantidade de eventos (HARREL *et al*, 1997, p. 8).

Harrel *et al* (1997) lembra que “nos sistemas do mundo real muitas coisas não acontecem exatamente da mesma forma a cada vez em que ocorrem”. Os autores destacam ainda que, “mesmo na maioria dos processos altamente automatizados, o impacto de situações indesejadas se conjugam para criar ambientes de incerteza”. Dessa forma os autores concluem que a simulação “é a única dentre as ferramentas de decisão capaz de lidar de maneira eficaz com estas variações e proporcionar estimativas das influências destas sobre o desempenho do sistema”.

Prado (2004) salienta que “simulação é uma técnica que faz uso de um computador, e procura montar um modelo que melhor represente o sistema em

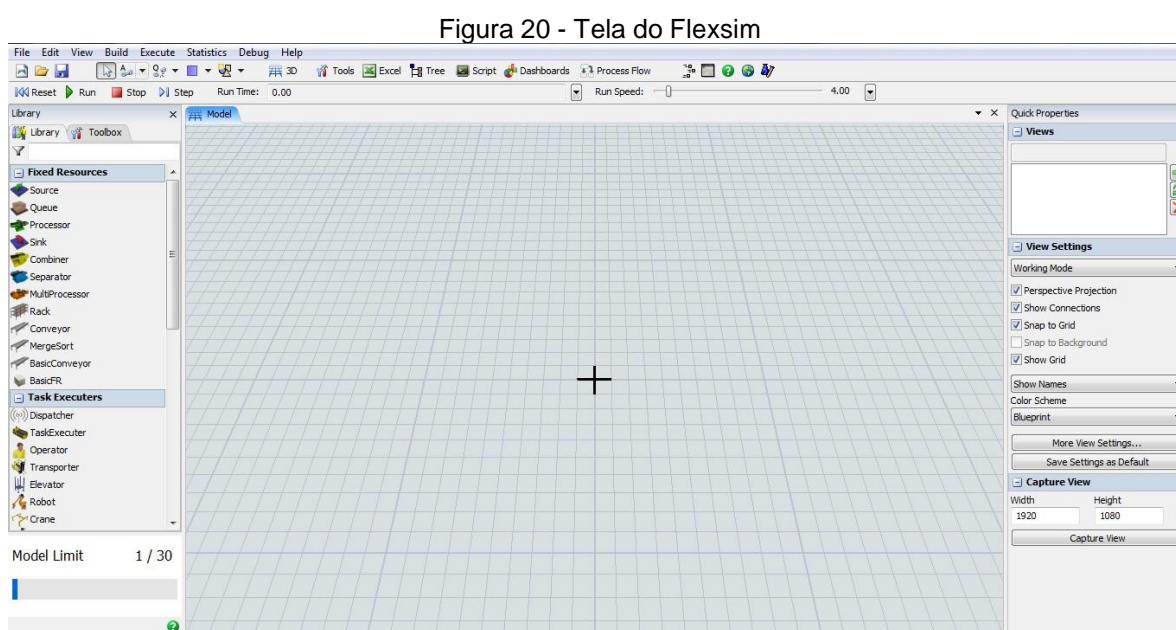
estudo”. O autor ressalta que através destas técnicas é possível “imitar o funcionamento de um sistema real”, com aplicação em diversas áreas. O autor ainda observa que “tudo que pode ser descrito pode ser simulado”.

2.3.2 Software de simulação

Flexsim “é um software que possui um ambiente orientado a objeto, sendo utilizado para desenvolver, modelar, simular, visualizar e monitorar as atividades e sistemas de processo com fluxo dinâmico” (NORDGREN, 2003). O autor salienta que “o software Flexsim é um conjunto completo de ferramentas de desenvolvimento para modelar simulações e que sua linguagem de programação está integrada com o C++”. Ainda segundo o autor “o Flexsim possui recursos de animações OpenGL, ou seja, a mesma biblioteca de gráficos usados para jogos 3D”.

Segundo Garrido (2009) “um modelo de simulação de eventos discretos normalmente terá objetos dinâmicos conhecidos como *flowitems* que se movem ou fluem através do modelo”. O autor reitera que “um fluxo de processo é uma série de etapas de processamento, filas e de transporte no modelo”.

A criação de modelos na tela do Flexsim consiste em arrastar os objetos para dentro da área de criação, conforme a figura 20:



Fonte: Software Flexsim, 2018.

A seguir são apresentados alguns exemplos de objetos do Flexsim conforme (FLEXSIM, 2018).

Source: é o objeto que cria e libera *flowitems* (entidades), também é responsável pelos modos de chegadas, ou seja, o tempo entre chegadas, horários de chegadas e sequencia de chegada;

Sink: é o responsável por receber e remover os *flowitems* da simulação, ou seja, é onde termina todo o processo de simulação;

Queue: é o objeto que armazena temporariamente *flowitems* quando os objetos jusante não podem aceita-los. Este objeto pode receber várias *flowitems* de cada vez, também pode processa-los em lote, até que sua capacidade máxima específica seja atingida;

Processor: é o objeto responsável pelo processamento ou atraso de um *flowitems*, conforme a configuração podem chamar os operadores para as operações de setup ou processamento. De acordo com a configuração também podem incorrer em paradas programadas ou não programadas, em seu processamento ocorre à manipulação de um *flowitems* por cada vez ou vários de forma independentes;

MultiProcessor: é o objeto responsável por realizar um conjunto ou processos em sequencia, com a possibilidade separar tempos de processos e operações ou chamar recursos separadamente;

Conveyor: este objeto tem a função de movimentar *flowitems* por mais de um caminho fixo (ou não necessariamente linear) em uma determinada velocidade. A entrada e saída dos *flowitems* nos conversores pode ser feita apenas um de cada vez. Estes conversores possuem os modos acumulados e não acumulados de acordo com a configuração estabelecida, possuem também uma capacidade limitada de *flowitems* ou espaços disponível;

Combiner: objeto que tem a finalidade de agrupar vários *flowitems* durante o processo de simulação.

Separador: objeto que aceita uma entrada de *flowitems* de cada vez e pode ter tempos de processo, uso de recursos, e incorre em paradas programadas ou não programadas. Possuem modos que desembala ou divide um recipiente, possibilita fazer cópias de um *flowitems*.

De acordo com FLEXSIM (2018), “os *Flowitems* bem como todos os objetos do Flexsim, podem transportar dados definidos pelo usuário sobre eles, enquanto o modelo é executado. Esses dados podem ser estudados e/ou ajustados durante diferentes eventos”. O autor salienta que, “exercícios futuros vão fazer uso deste recurso. Esta informação é tão versátil quanto os desejos dos modeladores”. Reiterando este pensamento o autor comenta que “ele pode ser usado para ajudar os *fixed resources* na tomada de decisões no modelo com relação aos tempos de processamento e as escolhas de encaminhamento ou rotas”, além de adicionar informações estatísticas personalizadas sobre o modelo.

2.4 Cronoanálise

Segundo Peinado e Graeml (2007) “a mensuração do trabalho, feita de forma científica, utilizando técnicas estatísticas, teve seu início na primeira metade do século passado”. Tendo como percursores Frederick W. Taylor e o casal Frank e Lilliam Gilbreth. O autor ressalta, que “o objetivo da medida de tempos de trabalho era determinar a melhor e mais eficiente forma de desenvolver uma tarefa específica”. O autor conclui ainda que “daquela época até os dias atuais esta metodologia permaneceu inalterada e que a cronometragem das tarefas continua a ser largamente utilizada nas empresas”.

Peinado e Graeml (2007) explicam que o estudo de tempos consiste na “determinação do tempo necessário para a realização de uma tarefa com o uso de um cronômetro”. O autor reitera ainda que “o termo “cronoanálise” é bastante utilizado nas empresas para designar o processo de estudo, mensuração e determinação do tempo padrão em uma organização”.

De acordo com Peinado e Graeml (2007) “a finalidade do estudo de tempos, não busca apenas estabelecer a melhor forma de trabalho”. O autor esclarece que estes estudos visam também encontrar um tempo padrão de referência que sirva para:

- Determinação da capacidade produtiva da empresa;
 - Determinação do valor da mão de obra direta no cálculo do custo do produto vendido (CPV);
 - Estimativa do custo de um novo produto durante seu projeto e criação;
 - Balanceamento das linhas de produção e montagem.
- (PEINADO e GRAEML, 2007, p. 96).

Para a realização de tomada de tempos, Peinado e Graeml (2007) descrevem alguns equipamentos necessários, como o cronômetro de hora centesimal, que facilita a obtenção dos valores relacionados às médias dos dados coletados para determinar o tempo normal e conseqüentemente o tempo padrão.

Outro equipamento é a Filmadora, que no passado foram muito utilizadas pelo famoso casal Gilbreth na determinação de movimentos mais econômicos para cada tarefa realizada (PEINADO e GRAEML, 2007).

A prancheta e a folha de observação são outros equipamentos que podem ser utilizados nas tomadas de tempos, porém Peinado e Graeml (2007) reiteram que:

Na maioria das vezes, exceto quando a mensuração é feita por filmes, a tomada de tempos é feita no local onde ocorre a operação. Desta forma, é comum o uso de uma prancheta para apoio do cronômetro e da folha de observações, de forma a permitir que o cronoanalista possa anotar suas tomadas de tempos (PEINADO e GRAEML, 2007, p.96).

Para a tomada de tempos ocorrer da forma mais precisa possível, Peinado e Graeml (2007) estabelecem que deve haver uma divisão da operação em elementos, de forma que esta divisão possa proporcionar uma descrição precisa das atividades, mas que não sejam demasiadamente elencados poucos elementos, nem muitos elementos que possam comprometer suas atribuições estabelecidas. Diante disto, são estabelecidas algumas regras a ser seguidas:

Separar o trabalho em partes, de maneira que sejam mais curtas possíveis, mas longas o suficiente para que possam ser medidas com o cronômetro. A prática obtida, na realização de inúmeros processos de cronoanálise em várias empresas indica que o tempo mínimo a ser medido deve ser superior a cinco segundos.

As ações do operador, quando independentes das ações da máquina, devem ser medidas em separado. Em outras palavras, o trabalho do operador é o do operador e o trabalho da máquina é da máquina.

Definir o atraso ocasionado pelo operador e pelo equipamento separadamente (PEINADO e GRAEML, 2007, p. 97).

Peinado e Graeml (2007) também observam que, para a determinação do número de ciclos a serem cronometrados, é necessário que haja várias tomadas de tempos, no intuito de se obter uma média aritmética dos tempos. O autor ainda acrescenta que, com isto, a estatística para a determinação do número de cronometragem se torna ideal, quando calculado através da fórmula a seguir:

$$d_2 = \left(\frac{Z \cdot X \cdot R}{E_r \cdot N \cdot \bar{x}} \right)^2$$

Fórmula: Ciclos a serem cronometrados

Onde:

N= Número de ciclos a serem cronometrados

Z= Coeficiente de distribuição normal para uma probabilidade determinada

R= Amplitude da amostra

Er= Erro relativo da medida

d₂= Coeficiente em função do número de cronometragens realizadas preliminarmente

\bar{x} = Média dos valores das observações

Fonte: Peinado e Graeml, 2007, p. 98.

A respeito da confiabilidade dos resultados adquiridos no processo de mensuração:

Na prática costuma-se utilizar probabilidades para o grau de confiabilidade da medida entre 90% e 95%, e erro relativo aceitável variando entre 5% e 10%. Em outras palavras, supondo que seja encontrada uma média de cronometragem no valor de 10 segundos para um grau de confiabilidade de 95% e um erro de 5% isto significa que, estatisticamente, existe 95% de certeza que o tempo da atividade está entre 9,5 e 10,5 segundos (PEINADO e GRAEML, 2007, p. 98).

Peinado e Graeml (2007) expõem nas tabelas seguintes, a relação proporcional da probabilidade dos coeficientes de distribuição normal para “z” e o coeficiente d₂ para o número de cronometragens iniciais. Coeficientes estes para efeito de “base” para cálculos.

Tabela 1 - Coeficientes de distribuição normal

PROBABILIDADE	90%	91%	92%	93%	94%	95%	96%	97%	98%	99%
Z	1,65	1,70	1,75	1,81	1,88	1,96	2,05	2,17	2,33	2,58

Fonte: Peinado e Graeml, 2007, p. 98.

Tabela 2 - Coeficientes d₂ para o número de cronometragens iniciais.

N	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D ₂	1,128	1,693	2,059	2,326	2,534	2,704	2,847	2,970	3,078

Fonte: Peinado e Graeml, 2007, p. 98.

Para a determinação de velocidade ou ritmo da operação, Peinado e Graeml (2007) salientam que esta “talvez seja a parte mais importante e mais difícil do estudo de tempos na cronoanálise”. Esta determinação é subjetivamente imposta, pelo cronoanalista durante a tomada de tempos, “para velocidade normal de operação, é atribuída uma taxa de velocidade ou ritmo de 100%, em velocidades acima do normal apresentam valores superiores a 100% e velocidades abaixo do normal, valores inferiores a 100%” (PEINADO e GRAEML, 2007, p.100). Os autores demonstram ainda que, tendo estabelecidos estes valores de velocidades, para determinar o cálculo do tempo normal de execução se dá através da fórmula a seguir:

Fórmula: Tempo Normal

$$TN = TC \times \frac{100}{v}$$

Onde:

TN= Tempo Normal

TC= Tempo Cronometrado

v= Velocidade do Operador

Fonte: Peinado e Graeml, 2007, p. 101.

Quanto ao fator de tolerância na determinação do tempo padrão, Peinado e Graeml (2007) argumentam que uma vez determinado o tempo normal cronometrado ajustado à velocidade ou ritmo do operador, deve-se levar em consideração as necessidades pessoais de um operador, pois não é possível um operário trabalhar o dia inteiro, sem nenhuma interrupção.

Peinado e Graeml (2007) conceituam ainda que após a atribuição destes parâmetros de necessidades de operação, “o tempo padrão é calculado multiplicando-se o tempo normal por um fator de tolerância” estabelecidos através da fórmula abaixo:

Fórmula: Tempo padrão

$$TP = TN \times F$$

Onde:

TP= Tempo Padrão

TN= Tempo Normal

FT= Fator de Tolerância

Fonte: Peinado e Graeml, 2007, p. 101.

De acordo com Peinado e Graeml (2007) “na prática o que tem se observado é que empresas brasileiras utilizam uma tolerância entre 15% e 20% do tempo para trabalhos normais, em condições de ambientes normais”.

2.5 Custos e Viabilidade de Projetos

2.5.1 Custos

De acordo com Ribeiro (2013) o conceito de custo “compreende dos gastos com bens e serviços aplicados ou consumidos na fabricação de outros bens”. O autor destaca que os materiais envolvidos, a mão de obra e os gastos de fabricação são os elementos que compõem o custo de fabricação. Pois segundo o autor os materiais são “objetos utilizados no processo de fabricação, que pode ou não entrar na composição do produto”. O autor explica ainda alguns dos tipos de materiais envolvidos no processo de fabricação como:

Matéria prima - a substância bruta e indispensável na fabricação de um produto;

Materiais secundários - os materiais aplicados na fabricação do produto em menores quantidades que a matéria prima;

Materiais auxiliares - todos os materiais que embora necessários ao processo de fabricação, não entram na composição dos produtos. (RIBEIRO, 2013, p. 26).

Para o elemento mão de obra Ribeiro (2013) define como sendo “o esforço do homem aplicado na fabricação dos produtos, compreendendo os gastos com salários”.

Em relação aos gastos gerais de fabricação Ribeiro (2013) menciona que “compreendem como sendo os demais gastos necessários para a fabricação dos produtos, os quais pela própria natureza não se enquadram no grupo dos materiais ou grupo de mão de obra”.

2.5.2 Classificação dos Custos

De acordo com Ribeiro (2013) o custo de fabricação de um produto pode estar classificado em relação ao produto ou em relação ao volume de produção. “Em relação aos produtos fabricados, o custo pode ser direto ou indireto”. Nos custos diretos o autor conceitua como sendo “os custos gastos com materiais, mão de obra e gastos gerais de fabricação aplicados diretamente na fabricação dos produtos, pois integram os produtos”. Em relação aos custos indiretos o autor conceitua como sendo também “gastos relacionados com materiais, mão de obra e gastos gerais, porém são aplicados de forma indireta na fabricação dos produtos”. O autor ressalta que a classificação dos gastos em custos indiretos “é dada tanto a aqueles que impossibilitam uma segura e objetiva identificação em relação aos produtos, pois representam um pequeno valor em relação ao custo total”.

Segundo Ribeiro (2013) “a atribuição dos custos indiretos aos produtos é feita por meio de critérios que podem ser estimados ou até mesmo arbitrados pela empresa”. O autor comenta ainda que, a distribuição destes custos indiretos é realizada por meio de uma base de rateios.

Em relação à classificação com base no volume de produção, Ribeiro (2013) explica que, os custos podem ser fixos ou variáveis. O autor conceitua os custos fixos como sendo “aqueles que permanecem estáveis independentemente de alterações no volume de produção, ou seja, são os custos necessários ao desenvolvimento de processo industrial em geral”. Para os custos variáveis o autor conceitua como sendo custos que “variam em decorrência do volume de produção, sendo assim, quanto mais produtos forem fabricados em um período, maiores serão os custos variáveis”.

2.5.3 Fluxo de Caixa

Segundo Braga (1989) o fluxo de caixa “é a estimativa dos fluxos de pagamentos e de recebimentos, distribuídos durante a vida útil do projeto, ou seja, constitui o ponto de partida do orçamento de capital”. O autor considera ainda que, esses fluxos de caixa “serão avaliados mediante a aplicação de técnicas simples

(prazo de retorno) ou de métodos sofisticados que consideram o valor do dinheiro no tempo (valor líquido e taxa interna de retorno)". Braga (1989) salienta também que, os valores dos fluxos de caixas são distribuídos no tempo de acordo com as saídas de caixa ou investimentos líquidos e com as entradas de caixa ou benefícios monetários líquidos.

2.5.4 Payback

Para Braga (1989) payback "é o método que determina o tempo necessário para recuperar os recursos investidos em um projeto". O autor ressalta que, "quanto mais amplo for o horizonte de tempo considerado, maior será o grau de incerteza nas previsões". O autor argumenta que para as "propostas de investimentos com menor prazo de retorno, estes apresentam a maior liquidez e conseqüentemente o menor risco".

2.5.5 Valor presente Líquido

Segundo Braga (1989) o VPL (valor presente líquido) é "o método em que os fluxos de caixa da proposta são convertidos ao valor presente (no momento de tempo zero)". O autor enfatiza que esta conversão é realizada "através da aplicação de uma taxa de desconto predefinida que pode corresponder ao custo de capital da empresa ou a rentabilidade mínima aceitável em face do risco envolvido".

Braga (1989) explica ainda que o VPL "é a diferença entre os valores atuais das entradas líquidas de caixa e os das saídas de caixa relativas ao investimento líquido".

2.5.6 Taxa interna de Retorno

De acordo com Braga (1989) a TIR (taxa interna de retorno) "é a taxa de rentabilidade periódica equivalente de um investimento". O autor salienta que, a TIR "corresponde a uma taxa de desconto que iguala o valor atual das entradas líquidas de caixa ao valor atual dos desembolsos relativos ao investimento líquido". Braga (1989) reitera que a TIR e o VPL "apresentam alguns aspectos comum, como:

consideram o valor do dinheiro no tempo, avaliam as propostas mediante o uso de uma taxa de rentabilidade mínima exigida ao investimento”.

2.5.7 Taxa mínima de atratividade

De acordo com Megliorini e Vallim (2009) o conceito de TMA (taxa mínima de atratividade) “corresponde a uma determinada taxa que a empresa pretende obter de retorno a um investimento definido”. O autor ressalta ainda que, “a taxa de atratividade consiste na taxa mínima de retorno que cada projeto deve proporcionar para remunerar o capital investido”.

3 PESQUISA DE CAMPO

3.1 Empresa

Localizada na cidade de Agudos, SP, e atuante há dezoito anos no mercado de desenvolvimento de brindes e produtos personalizados, a empresa busca atender a demanda de revendedores e distribuidores de GLP (gás de cozinha) em todo território nacional.

A empresa de capital fechado que surgiu como micro empresa com foco específico na produção de um único produto, no caso, o pano de prato personalizado distribuído como brinde pelas empresas. Produto este que tem como matéria-prima um tecido em 100% algodão, que antes do crescimento da empresa o mesmo era comprado de terceiros na forma de tecido tratado e embobinado. Logo depois, estes tecidos eram trabalhados na empresa através do processo de corte, estampagem e em seguida a costura com acabamento em overloque ou bainha.

Com o decorrer dos anos a empresa foi crescendo neste nicho de mercado e conseqüentemente começou a se desenvolver, tanto nos seus processos e equipamentos, quanto em produtos. Com isto, o processo antes horizontal de compra de matéria-prima, se tornou vertical, ou seja, a empresa passou a desenvolver internamente o tecido tratado, por meio do processo de tecelagem. Em relação ao desenvolvimento de novos produtos, a empresa passou a produzir e fornecer para os seus clientes, imãs de geladeira personalizados, proporcionando assim, mais uma opção de produto.

Através das necessidades e oportunidades oferecidas pelo mercado, proporcionou a empresa aumentar a diversificação de produtos por ela fornecida, e com isto, a empresa passou a produzir também detergentes envasados.

Mostrando-se sempre atenta ao mercado consumidor, e na busca da melhoria contínua para atender a demanda de seus clientes, a empresa começou a desenvolver e diversificar ainda mais seus produtos. A empresa lançou no mercado produtos personalizados com base de polipropileno, produzidos através de máquinas injetoras.

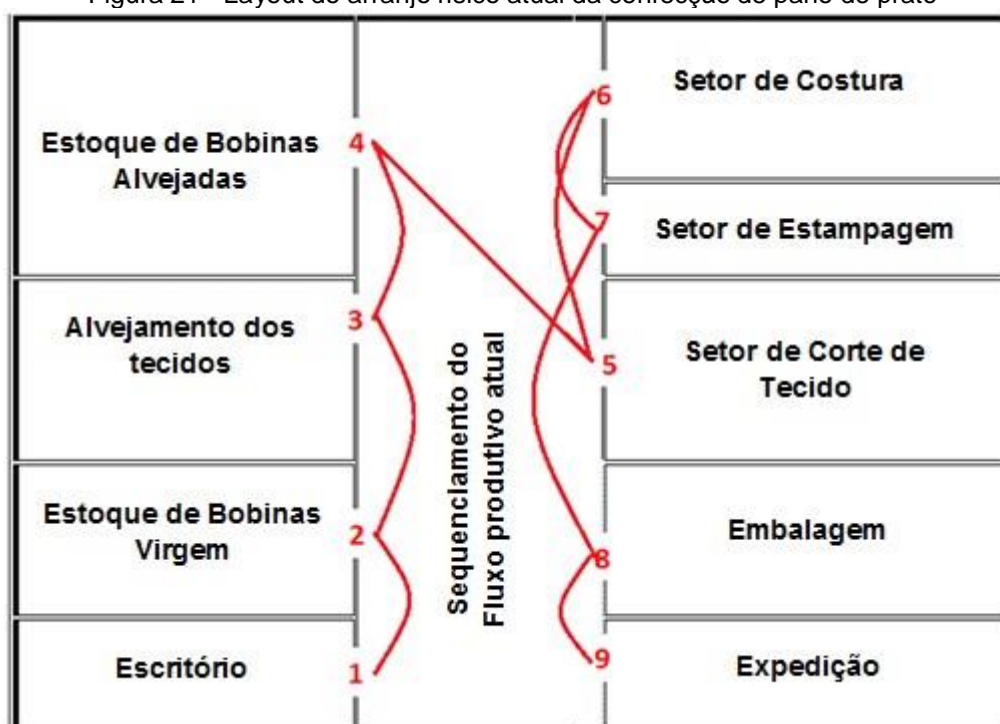
Atualmente a empresa se encontra bem estabelecida no mercado de atuação, onde está enquadrada na categoria industrial do segmento têxtil, e conta

com um rol de produtos diversificados e personalizados. Tendo com missão organizacional ser referência no mercado de atuação, superando as expectativas dos clientes, gerando excelentes resultados para a organização e funcionários. Em relação à questão de valores, a empresa está pautada em ética, respeito, valorização humana, trabalho em equipe, integridade, responsabilidade, comprometimento, superação dos resultados, melhoria contínua e inovação. Enfim a empresa tem como visão, ser reconhecida pela qualidade e geração de valor para seus clientes.

3.1.1 Arranjo Físico

De acordo com Slack (2009) “arranjo físico de uma operação, diz respeito ao posicionamento físico de seus recursos transformadores”. Para a proposta de automação com máquina overloque, estes recursos irá proporcionar um novo arranjo físico em relação ao layout atual, de modo que, a disposição dos equipamentos e fluxo produtivo possa oferecer um o melhor resultado para a empresa. Segue abaixo o Layout atual do processo convencional de produção.

Figura 21 - Layout do arranjo físico atual da confecção de pano de prato



Fonte: Pesquisa de campo adaptado pelo autor, 2018.

Para o novo arranjo físico, segue o tipo de arranjo por produto, pois segundo Slack (2009) este tipo de arranjo “envolve localizar os recursos produtivos transformadores inteiramente segundo a melhor: conveniência do recurso que está sendo transformado”. Portanto este arranjo “segue um roteiro predefinido no qual a sequência de atividades requerida coincide com a sequência na qual os processos foram arranjados fisicamente”. Conforme também demonstrado no fluxograma do processo de pano de prato.

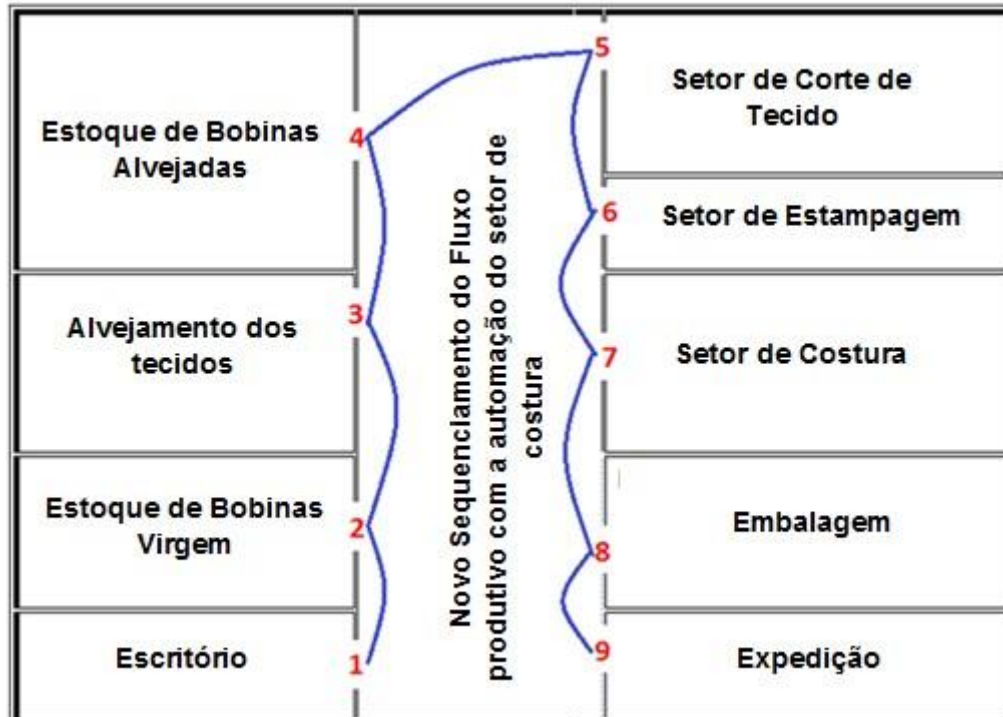
Figura 22 – Fluxograma do processo de pano de prato



Fonte: próprio autor, 2018.

Segue abaixo também o novo arranjo dos demais setores para a proposta de automação do setor de costura.

Figura 23 - Layout do novo arranjo conforme proposta de automação



Fonte: Pesquisa de campo, adaptado pelo autor, 2018.

Com este novo arranjo físico “os recursos em transformação seguem um fluxo linear ao longo da linha de produção”. O sequenciamento das etapas foram otimizadas, pois, com a automação do processo de costura, o setor de costura ficou próximo da área de embalagem, que permite o produto acabado esteja pronto para serem expedidos devido a melhor fluidez do processo em relação ao arranjo anterior.

3.2 Restrição do Processo em Estudo

Dentro do macro processo produtivo desenvolvido pela empresa em estudo, foi realizado uma restrição do mesmo, para atender os objetivos específicos estabelecidos neste estudo, porém deixando em aberto a possibilidade para a otimização de outros processos em trabalhos futuros. Portanto este estudo se restringe ao processo de acabamento de pano de prato com máquina overloque.

O processo de acabamento de pano de prato ocorre através da atividade desempenhada por uma costureira, com uma máquina de costura modelo overloque. Acabamento este conforme a Figura 21, abaixo:

Figura 24 - Produto pano de prato em costura overloque



Fonte: Pesquisa de campo, adaptada pelo autor.

A análise deste processo produtivo ocorrerá por meio da observação e coleta de tempos exercidos, de acordo com métodos e técnicas conceituadas na literatura.

Com a coleta e registros de tempos em uma base de dados, será possível determinar o tempo padrão para a produção de um pano de prato com

acabamento em overloque. Com isto, conseqüentemente também será possível a determinação da capacidade produtiva para este modo convencional de trabalho.

3.3 Coleta dos Dados de Tempos de Produção para a Cronoanálise

Para a coleta de dados de tempos de produção no modo convencional de trabalho para confecção de panos de prato com máquina overloque, foi estabelecida uma divisão do processo em elementos, com embasamento estabelecido na literatura. A estes elementos foram elencadas as atividades necessárias para que o método de produção tenha uma medida precisa.

Os instrumentos de campo utilizados para estas tomadas de tempos foram: um cronômetro digital, uma caneta esferográfica e uma prancheta com uma folha de anotações.

A costureira atribuída na operação da máquina de costura no processo foi determinada, por meio de um direcionamento realizado pelo supervisor do setor em questão. Segundo o próprio supervisor, a costureira tem as características atribuídas para a proposta desta pesquisa.

Inicialmente foram observados e cronometrados dez tomadas de tempos amostrais, de acordo com cada elemento elencados no processo, para a determinação do número de cronometragens necessárias, conforme segue na Tabela 3.

Tabela 3 - Dados observados para determinação do número de cronometragem

TEMPOS CRONOMETRADOS EM CENTÉSIMOS DE SEGUNDOS						
Elementos Cronometragem	Pegar o pano	Costurar o 1º lado	Virar o Pano	Costurar o 2º lado	Depositar na Mesa	Tempo total cronometrado
1	1,33	2,52	2,09	4,19	1,97	12,10
2	1,38	3,26	1,03	3,66	1,66	10,99
3	1,54	3,25	1,04	3,33	0,95	10,11
4	1,62	3,67	0,99	3,18	0,46	9,92
5	0,99	3,72	1,12	3,52	1,02	10,37
6	1,41	3,43	1,05	3,19	1,11	10,19
7	1,24	2,86	1,29	3,19	1,18	9,76
8	1,27	2,7	1,32	3,11	1,43	9,83
9	1,19	2,28	3,11	3,19	0,65	10,42
10	1,2	3,33	1,05	2,93	0,76	9,27
Tempo médio cronometrado						10,30

Fonte: Próprio autor, 2018.

Após a coleta dos tempos observados, foi realizada a somatória total dos elementos, para as dez cronometragens observadas. Logo depois, a partir desta somatória foi calculado o tempo médio cronometrado, onde resultou um tempo de 10,30 segundos.

Com base nestes dados obtidos e registrados, foi dado início na determinação do número de cronometragens necessárias, por meio da fórmula especificada na literatura, e considerando dados estatísticos de probabilidade para uma confiabilidade de 95% e um erro relativo de 5%, também determinados na literatura de estudo. Logo a seguir se encontra a resolução dos cálculos:

Resolução:

$$\text{Fórmula: } n = \left(\frac{Z \cdot X \cdot R}{S \cdot X \cdot T} \right)^2 = \frac{1,96 \cdot 3,078 \cdot 10,30}{0,05 \cdot 3,078 \cdot 10,30} = 12,25 \text{ Ciclos.}$$

Onde:

N= Número de ciclos a serem cronometrados

Z= Coeficiente de distribuição normal para uma probabilidade determinada, que correspondeu a 1,95.

R= Amplitude da amostra, que corresponde a (12,10 – 9,27) igual a 2,83.

Er= Erro relativo da medida, que correspondeu a 0,05.

d_2 = Coeficiente em função do número de cronometragens realizadas preliminarmente, que correspondeu a 3,078.

\bar{x} = Média dos valores das observações, que correspondeu a 10,30

Tabela 4 - Tempos cronometrados

TEMPOS CRONOMETRADOS EM CENTÉSIMOS DE SEGUNDOS						
Elementos	Pegar o pano	Costurar o 1º lado	Virar o Pano	Costurar o 2º lado	Depositar na Mesa	Tempos total cronometrado
Cronometragem						
1	1,61	3,83	1,17	3,56	0,92	11,09
2	1,22	3,84	0,97	3,93	0,79	10,75
3	1,7	3,86	0,99	3,54	0,85	10,94
4	1,48	3,56	0,89	3,53	0,62	10,08
5	1,23	3,34	0,94	3,31	0,48	9,3
6	1,37	2,59	0,34	3,49	0,54	8,33
7	1,6	2,69	1,19	3,03	0,68	9,19
8	1,17	3,21	1,01	3,32	0,73	9,44
9	1,41	2,79	1,14	3,07	0,78	9,19
10	1,44	2,7	0,9	3,29	0,9	9,23
11	1,03	3,13	1,19	2,88	0,5	8,73
12	1,33	3	1,09	2,81	0,55	8,78
					Tempo médio cronometrado	9,59

Fonte: Próprio autor, 2018.

Durante as tomadas de tempos, foi possível perceber que a costureira estava com receio por estar sendo observada. Por este motivo a avaliação da velocidade de operação realizada no processo de costura, foi atribuída um pouco abaixo do normal de 100%, ou seja, foi atribuída uma velocidade de 98%, conforme análise determinada na tomada dos tempos, e estabelecidas nos padrões literários.

Tendo realizadas as cronometragens determinadas e velocidade do operador, no caso a costureira, foi dada sequencia para o cálculo do tempo normal, conforme resolução da fórmula a seguir.

$$TN = TC \times v = 9,59 \times 0,98 = 9,40 \text{ segundos}$$

Onde:

TN= Tempo Normal correspondeu em 9,40 segundos.

TC= Tempo Cronometrado, que correspondeu em 9,59 segundos.

v= Velocidade do Operador, que correspondeu em 0,98 segundos.

Depois de calculado e determinado o tempo normal, foi direcionado o estudo dos tempos para o passo seguinte, no caso agora, a determinação do tempo padrão. Foram colhidas informações com o supervisor da área sobre as tolerâncias dadas referente necessidades pessoais da operação e outras que puder parar o processo durante a jornada. Segundo o próprio, considerou um tempo relativo de 20 minutos na jornada de oito horas diária. Diante destas informações, foi calculado o fator de tolerância, e logo em seguida o tempo padrão do processo, conforme resolução abaixo com base nas fórmulas trazidas pela literatura.

$$FT = \left(\frac{1}{1-p} \right)$$

Onde:

FT= fator de tolerância

p= tempo de intervalo dado dividido pelo tempo de trabalho(% ocioso)

$$p = \frac{20}{480} = 0,042$$

$$FT = \left(\frac{1}{1-0,042} \right) = 1,044$$

De acordo com o percentual do fator de tolerância calculado pela fórmula estabelecida, foi possível definir o tempo padrão, conforme resolução a seguir.

$$TP = TN \times FT$$

Onde:

TP= Tempo Padrão

TN= Tempo Normal

FT= Fator de Tolerância

Então:

$$TP = 9,40 \times 1,044 = 9,81 \text{ s}$$

Tendo determinado o tempo padrão, para a confecção de um pano de prato no modo tradicional de trabalho, foi possível quantificar a capacidade produtiva diária deste processo. Lembrando que a empresa trabalha no setor de costura, com um turno de oito horas diárias.

A resolução dos cálculos para determinar a capacidade produtiva está disposta a seguir, sendo:

A carga horária de trabalho igual há oito horas diária, que corresponde a 28800 segundos de trabalho, num tempo padrão de 9,81 segundos já inclusos com uma tolerância de 20 minutos ou aproximadamente 4% do tempo, para as necessidades pessoais.

Logo:

$$C = \frac{28800 \text{ s}}{9,81 \text{ s}} \cong 2936$$

3.3.1 Cronoanálise para Simulação da Automação

Os tempos utilizados para a obtenção de um tempo padrão no processo automatizado foram baseados nos elementos atribuídos à cronoanálise do processo convencional. Onde foram retirados e agregados apenas os elementos que evidenciavam a proposta real de automação do processo. Com isto, foi realizado um novo processo de cronoanálise, tendo agora como principais elementos, os tempos de atividades de pegar os panos, os tempos de costurar o 1º lado e os tempos de

deposita-los na mesa. Portanto, com o processo de automação proposto, foram eliminados os tempos das atividades de virar o pano e costurar o 2º lado. Lembrando que, num processo automatizado real, estes tempo tornam-se menores ainda, de acordo com os recursos tecnológicos empregados. Os tempos determinados para esta simulação foram determinados e embasados nos conceitos da literatura da área para evidenciar que com a automação deste processo pode-se aumentar a capacidade produtiva.

Diante disto, foram dispostos em uma tabela de dados, os elementos e seus respectivos tempos de coleta, conforme demonstrado logo abaixo.

Tabela 5 - Tempos de coletas atribuídos à automação

TEMPOS CRONOMETRADOS EM CENTÉSIMOS DE SEGUNDOS				
Elementos Cronometragem	Pegar o pano	Costurar o 1º lado	Depositar o pano	Tempo total cronometrado
1	1,61	3,83	0,92	6,36
2	1,22	3,84	0,79	5,85
3	1,70	3,86	0,85	6,41
4	1,48	3,56	0,62	5,66
5	1,23	3,34	0,48	5,05
6	1,37	2,59	0,54	4,50
7	1,60	2,69	0,68	4,97
8	1,17	3,21	0,73	5,11
9	1,41	2,79	0,78	4,98
10	1,44	2,70	0,90	5,04
11	1,03	3,13	0,50	4,66
12	1,33	3,00	0,55	4,88
	Tempo médio cronometrado			5,33

Fonte: Próprio autor, 2018.

Após determinados os dados em tabela, foi calculado o tempo normal, estimado para o sistema automatizado de 100%. Logo depois foi calculado o tempo padrão para este sistema, tendo como base do fator de tolerância 1,044, conforme dados adquiridos pela empresa. Segue logo abaixo os cálculos de resolução para os respectivos tempos.

Para o tempo normal:

$$T_n = T_c \times K = 5,33 \times 1,00 = 5,33 \text{ segundos}$$

Onde:

TN= Tempo Normal correspondeu há 5,33 segundos.

TC= Tempo Cronometrado, que correspondeu há 5,33 segundos.

v= Velocidade do Operador, que correspondeu a 100%.

Para o tempo padrão:

$$TP = TN \times FT$$

Onde:

TP= Tempo Padrão

TN= Tempo Normal

FT= Fator de Tolerância

Então:

$$TP = 5,33 \times 1,044 = 5,56 \text{ s}$$

Estabelecido o tempo padrão para o sistema automatizado, foi então direcionado o estudo para o software de simulação para representar graficamente o processo o mais próximo possível do que ele seria na realidade, e assim determinar sua capacidade produtiva.

3.4 Simulação do Processo no Software Computacional

No processo de Simulação foi utilizado o software computacional Flexsim, um dos softwares mais utilizados entre empresas e universidades de ponta para soluções em processos, e laboratórios de engenharia.

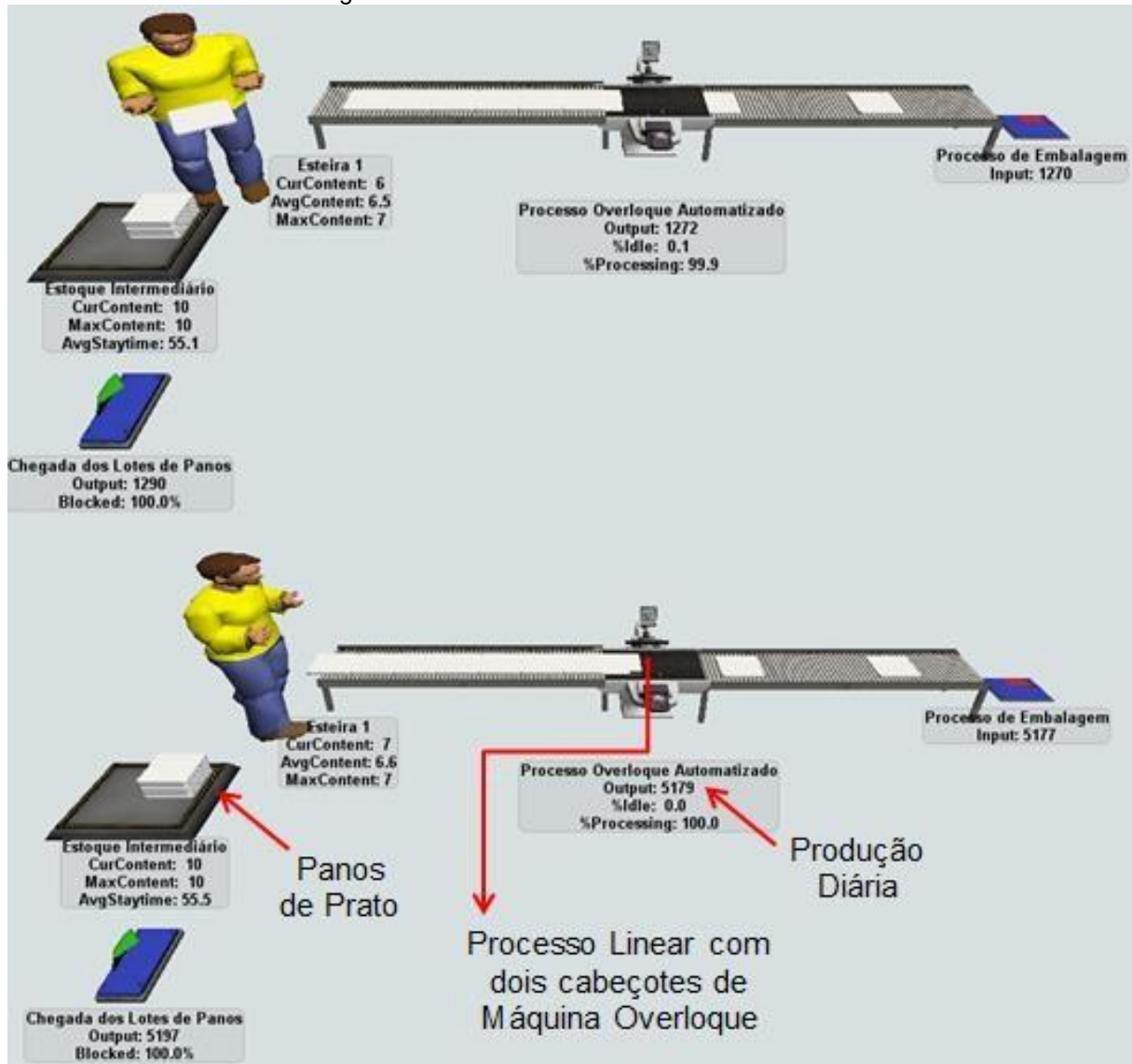
Com base no tempo padrão estabelecidos pela cronoanálise para o processo automatizado foi realizado a simulação deste processo.

3.4.1 Modelo automatizado estabelecido no contexto

Na Simulação do modelo automatizado buscou-se demonstrar graficamente uma forma visual mais próxima da realidade pretendida neste estudo, onde podemos observar a entrada dos lotes de pano de prato e seu depósito intermediário, prontos para receberem o acabamento overloque em ambos os lados, através de esteiras transportadoras, alimentadas por um operador. Como este

estudo está restrito ao processo da máquina overloque, após a saída do processo este produto é encaminhado para o processo de embalagem, conforme mostrado na figura 22, a seguir.

Figura 25 - Modelo do Processo automatizado



Fonte: Software Flexsim, Adaptado pelo autor, 2018.

Para este processo automatizado foram atribuídos os dados obtidos através da cronoanálise direcionados à automação, onde se pode observar que após rodar a simulação por 28.800 segundos, ou seja, pela carga horária de um dia de produção, foram obtidos 5.179 panos acabados.

4 RESULTADOS

4.1 Análise Comparativa

Com base nos resultados obtidos através da cronoanálise no modelo convencional de trabalho e no modelo automatizado por meio da simulação, pode-se perceber um aumento significativo de 76,40% na capacidade produtiva diária. Onde no processo convencional a capacidade de produção diária correspondeu a aproximadamente 2.936 panos acabados, no modelo automatizado esta capacidade aumentou para 5.179 panos acabados. Isto para uma produção diária, porém se compararmos a produção mensal ou anual os ganhos tornam-se extremamente expressivos.

4.2 Custos

Para efeito de comparação da viabilidade produtiva entre o processo convencional e o automatizado de costura, foram coletados e rateados dados para obter o custo unitário do modelo de produção convencional. Em seguida foi realizado o mesmo processo do modelo automatizado tendo em vista os recursos agregados para o aumento da capacidade.

Para a tomada de cálculos, a demanda estabelecida para os dois processos foram com base na capacidade produtiva determinada na cronoanálise de ambos, ou seja, foram realizados os cálculos do custo total em relação à quantidade produzida no processo convencional e automatizado. Portanto, conseqüentemente pode-se obter o custo unitário para os respectivos processos, conforme mostrado nas tabelas a seguir:

Tabela 6 - Custos do processo convencional de costura

Custos / Produção Convencional		
ITEM	DESCRIÇÃO	VALOR
Mão de obra	Costureira	R\$ 41,57
Mão de obra	Corte do Pano	R\$ 45,57
Mão de obra	Estampa	R\$ 186,68
Matéria prima	Tecido	R\$ 2.677,63
Matéria prima	Tinta/silk-scren	R\$ 3,00
Matéria prima	Linha / Fio de Poliéster	R\$ 35,15
Depreciação 10% ano	Máquina de costura	R\$ 0,67
Energia	Setorial	R\$ 3,52
	Total	R\$ 2.993,79
<u>Ao dia</u>	Quantidade de Panos	<u>2.936</u>
	Custo unitário	R\$ 1,02
<u>Ao Mês</u>	Total custos ao Mês	R\$ 65.863,38
	Quant. Ao Mês	<u>64.592</u>
	Custo unitário	R\$ 1,02
<u>Ao Ano</u>	Total custos ao ano	R\$ 790.360,56
	Quant. Ao Ano	<u>775.104</u>
	Custo unitário	R\$ 1,02

Fonte: Próprio autor, 2018.

Tabela 7 - Custos do processo automatizado de costura

Custos / Processo Automatizado		
ITEM	Descrição	VALOR
Mão de obra	Costureira	R\$ 41,57
Mão de obra	Corte do Pano	R\$ 45,50
Mão de obra	Estampa	R\$ 186,68
Matéria prima	Tecido	R\$ 4.723,24
Matéria prima	Tinta/silk scren	R\$ 5,29
Matéria prima	Linha / Fio de Poliéster	R\$ 62,00
Depreciação 10% ano	Máquina de costura	R\$ 1,52
Energia	Setorial	R\$ 7,29
		R\$ 5.073,09
<u>Ao dia</u>	Quantidade de Panos	<u>5.179</u>
	Custo unitário	R\$ 0,98
<u>Ao Mês</u>	Total custos ao Mês	R\$ 111.607,98
	Quant. Ao Mês	<u>113.938</u>
	Custo unitário	R\$ 0,98
<u>Ao Ano</u>	Total custos ao ano	R\$ 1.339.295,76
	Quant. Ao ano	<u>1.367.256</u>
	Custo unitário	R\$ 0,98

Fonte: Próprio autor, 2018.

Em seguida, estes resultados foram projetados mensalmente e logo depois anualmente, conforme dados observados na mesma tabela.

De acordo com resultado dos custos obtidos foi realizada uma análise comparativa entre os custos e quantidade de produtos produzidos, conforme tabela abaixo.

Tabela 8 - Análise Comparativa do processo de costura ao ano

CONVENCIONAL		VS	AUTOMATIZADO	
Custo unitário			Custo unitário	
R\$	1,02		R\$	0,98
		Diferença Convencional – Automatizado R\$		
		0,04		
Convencional			Automatizado	
Quantidade Produzida		VS	Quantidade Produzida	
775.104			1.367.256	
		Diferença Automatizado – Convencional		
		592.152		

Fonte: Próprio autor, 2018.

Após ter analisado estes valores anuais, e comparado à diferença entre os dois processos aplicando o cálculo da multiplicação entre as diferenças, foi possível obter como resultado, um ganho anual de R\$ 23.686,08 reais, com a implantação da automação. Com base neste ganho, foi realizado um fluxo de caixa no intuito de determinar em quanto tempo com este ganho, se leva para pagar os investimentos da automação que estão dispostos logo abaixo:

Tabela 9 - Investimento estimado com a automação do processo

COMPONENTES		VALOR	VALOR TOTAL
CONJUNTO DE BOTOEIRAS	Liga/ Desliga		
	Emergência	R\$ 490,00	R\$ 490,00
	Chave Seletora		
MOTORES	Motorreductor	R\$ 1.750,00	
	Motor cabeçote 1	R\$ 719,00	R\$ 3.188,00
	Motor cabeçote 2	R\$ 719,00	
SENSORES	Sensor 1	R\$ 195,00	
	Sensor 2	R\$ 195,00	
	Sensor 3	R\$ 195,00	R\$ 975,00
	Sensor 4	R\$ 195,00	
	Sensor 5	R\$ 195,00	
CONTADORES WEG	Contator 1	R\$ 98,99	
	Contator 2	R\$ 98,99	R\$ 197,98
	Contator 3	R\$ 98,99	
RELÉS WEG	Relés 1	R\$ 469,53	
	Relés 2	R\$ 469,53	
	Relés 3	R\$ 469,53	R\$ 1.878,12
	Relés 4	R\$ 469,53	
CABEÇOTES	Cabeçote 1	R\$ 2.736,99	
	Cabeçote 2	R\$ 2.736,99	R\$ 5.473,98
CLP	CLP WEG 300	R\$ 2.650,00	R\$ 2.650,00
INVERSOR	Inversor 1	R\$ 977,00	R\$ 977,00
CABOS	Cabos	R\$ 400,00	R\$ 3.000,00
ESTEIRA	Esteira	R\$ 6.200,00	R\$ 6.200,00
DISJUNTOR	Disjuntor tripolar	R\$ 128,00	
	Disjuntor Diferencial	R\$ 108,00	R\$ 236,00
	TOTAL		R\$ 25.266,08
MÃO DE OBRA ESPECIALIZADA			R\$ 22.000,00
INVESTIMENTO TOTAL			R\$ 47.266,08

Fonte: Próprio autor, 2018.

Tomando como base este investimento observado foi realizado então o fluxo de caixa, conforme disposto abaixo.

Tabela 10 - Fluxo de Caixa

ANO	0	1	2	3
Fluxo	-R\$ 47.266,08	R\$ 23.686,08	R\$ 23.686,08	R\$ 23.686,08
Fluxo Acumulado	-R\$ 47.266,08	-R\$ 23.580,00	R\$ 106,08	R\$ 23.792,16
VPL	R\$ 11.565,18		TMA	10,07 % ao ano
TIR	23,52%			
Paybak Simples	Ano 1	Mês 11	Dias 28	

Fonte: Próprio autor, 2018.

De acordo com os dados do resultado obtido pode-se perceber e interpretar que, com a implantação da automação no processo de costura, a capacidade produtiva aumentou, o custo unitário sobre o processo convencional diminuiu e conseqüentemente obteve-se um ganho real. Portanto, com esta margem de ganho sobre o processo convencional, proporcionou um lucro anual bastante expressivo que ao ser projetado sobre o investimento total para automatizar o processo observou-se que, em um ano, onze meses e vinte e oito dias com o lucro obtido paga-se o capital investido. Pode-se observar também que o valor presente líquido é de R\$ 11.565,18 reais, pois, a taxa interna de retorno no investimento da proposta de automação foi de 23,52% ao ano, ou seja, superior à taxa de atratividade disponível no mercado financeiro que corresponde a 10,07% ao ano. Com os resultados apresentados pode-se considerar que a proposta de automação é viável.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando-se em conta os aspectos abordados neste estudo pode-se perceber primeiramente que, com avanços tecnológicos relacionados à automação houve um crescimento no índice a pesquisas científicas relacionadas ao assunto no decorrer dos anos, principalmente pelas áreas de engenharia e em países desenvolvidos, demonstrando assim, o grau de relevância que a mesma tem para com o meio.

Visto este fator relevante e considerando a comprovação do estudo abordado referente à hipótese de que, com a implantação da automação a capacidade produtiva aumentará no processo de acabamento de pano de prato com máquina de costura overloque, pois ficou evidente o aumento nos resultados aferidos por meio da metodologia da cronoanálise e da técnica de simulação computacional.

Por meio deste método de cronometrar tempos e movimentos, utilizado por Taylor e posteriormente por outros da época da Administração Científica foi que possibilitou a este estudo, o embasamento conceitual para obter parâmetros de aferição, que permitiram a determinação de tempos padrões para ambos os processos estudados.

A busca por demonstrar o elo da funcionalidade de algo não estruturado fisicamente, mas idealizado nos recursos disponíveis por meio da automação, fez a técnica de simulação computacional ser fundamental a este estudo. Através do software Flexsim foi possível representar graficamente o processo automatizado de costura o mais próximo possível da realidade estruturada para o estudo. Além de possibilitar a integração do recurso objeto de processo, com o tempo padrão determinado através da cronoanálise.

Determinada a capacidade produtiva de ambos os processos e realizada uma análise comparativa, foi possível evidenciar um aumento considerável de 76,40% da capacidade produtiva diária no modelo automatizado de costura sobre o convencional, comprovando assim a hipótese trazida no estudo.

Complementando esta análise comparativa, e com base nos custos de produção para cada processo pode-se perceber que o custo unitário do processo de costura convencional ficou maior que os custos para o processo automatizado. Pois

houve uma diferença de R\$ 0,04 centavos no custo unitário, e em relação à quantidade produzida, esta diferença foi de 592.152 panos ao ano, a mais para o processo automatizado.

Baseado nos resultados obtidos nesta análise comparativa e após relacioná-la com a realização de uma análise viável do capital investido no processo automatizado, por meio da disposição de fluxos de caixa ao longo do tempo. Pode-se interpretar e evidenciar que o resultado obtido com a automação do processo sobre a diferença dos custos unitários e quantidades produzidas proporcionou um ganho anual de R\$ 23.686,08 reais. Com este ganho anual, quando projetados ao longo dos anos, para se verificar em quanto tempo se paga o investimento estimado de R\$ 47.266,08 reais. Diagnosticou-se que em um ano, onze meses e vinte e oito dias se pagaria todo o capital investido com um lucro de R\$ 106,08 reais no segundo ano e que para o ano seguinte este lucro aumentaria para R\$ 23.792,16 reais, isto baseado somente nos custos de produção.

Além disto, quando comparamos estes dados projetados, observamos que o retorno do investimento aplicado na automação do processo, torna-se mais viável também do que a taxa de atratividade exercida pelo mercado financeiro. A taxa interna de retorno do investimento observado na automação foi de 23,52% ao ano, enquanto a taxa de atratividade do mercado financeiro foi de 10,07% ao ano.

Enfim conclui-se que, a proposta de automação do processo de costura é viável economicamente e comprova a hipótese de aumento da capacidade produtiva trazido no estudo. O estudo também traz a possibilidade de otimização de outros processos em trabalhos futuros.

REFERENCIAL TEÓRICO

ABIMAQ, 2006. **A história das máquinas Abimaq 70 anos**. Disponível em <http://www.abimaq.org.br/Arquivos/Html/Publica%C3%A7%C3%B5es/Livro_A_historia_das_maquinas_70_anos_Abimaq.pdf>. Acesso 10/05/2018.

ANDRADE, Camila, (2017). **Quais os Benefícios que a automação industrial pode fornecer?** In Inovação, Produtividade, Tecnologia. Disponível em: <<https://dinamicaengjr.com.br/quais-os-beneficios-que-a-automacao-industrial-pode-fornecer/>>. Acesso em 08/06/2018.

AURÉLIO, Marco (2018). **A automação industrial e o futuro da indústria**. Disponível em: <http://elcoindustria.com.br/a-automacao-industrial-e-a-industria-4-0/>. Acesso em 03/06/2018.

BLACK, J.T. **O Projeto da Fábrica com Futuro**. Porto Alegre: Bookman, 1998.
MORAES, C. C. de; CASTRUCCI, P. L. **Engenharia de Automação Industrial**. 2ª. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

BRAGA, R.. **Fundamentos e Técnicas de Administração Financeira**. São Paulo: Ed. Atlas, 1989.

CAPELLI, Alexandre. **Automação Industrial: controle do movimento e processos contínuos**. 3. Ed. São Paulo: Érica, 2013.

CARVALHO, Helder. **História da costura**. Universidade do Minho - Dep. Eng. Têxtil. Disponível em <http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/16456/1/ModaEConfeccao_HistoriaCostura.pdf>. Acesso em 10/05 maio 2018.

CARVALHO, Helder. **Medição e análise de parâmetros em máquinas de costura industrial**. Universidade do Minho. Mestrado em Eng. Têxtil. Disponível em <<https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/29/1/Tese%20Mestrado%20Helder%20Carvalho.PDF>> Acesso 18/05/2018.

CASTRUCCI, Plínio; MORAES, Cícero. **Engenharia de automação industrial**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

CARVALHO, Luís G., Mamede. **Evolução da automação industrial**. Disponível em: <<http://patrocinados.estadao.com.br/o-que-o-brasil-quer/futuro-da-industria/evolucao-da-automacao-industrial/>>. Acesso 01/06/2018

FLEXSIM. **Materiais de suporte**. Disponível em: <www.flexsim.com/ftp/textbook/supportingmaterials/archive/Capitulo6Portugues_LivroSimula%87aoAplicada.pdf> Acesso em: 14/11/2018.

GARCIA, Claudio. **Controle de Processos Industriais**. Estratégias convencionais. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2017.

GARRIDO, J.M. **Object Oriented Simulation: A Modeling and Programming Perspective**. New York: Springer, 2009.

GUERRA, Rodrigo M., de Almeida. **Gestão da produção em empresas industriais de confecção de pequeno porte**: um estudo multicaso. João Pessoa: UFPB, 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção).

HARRELL, C. R.; GHOSH, B. K.; BOWDEN, R. **Simulation using ProModel**. Boston: McGraw-Hill, 2000.

LAKATOS, Eva Maria e MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos da Metodologia Científica**. Editora Atlas, 2003.

LAMAX. **Overloque Industrial**. Disponível em: <www.lamax.com.br/maquinas/overloque/item/lm-303hr>. Acesso em: 17/11/2018

MEGLIORINI, Evandir; VALLIM, Marco A.. **Administração financeira: uma abordagem brasileira**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

NORDGREN, W.B. **Flexsim Simulation Enviroment**. Proceedings of the Winter Simulation Conference, v. 1, p. 197-200, 2003.

PEINADO, Jurandir; GRAEML Alexandre R.. **Administração da Produção: Operações industriais e serviços**. 1. ed. Curitiba: Unicenp, 2007.

PRADO, D.; **Usando o ARENA em simulação** – Série pesquisa operacional Volume 3. INDG Tecnologia e Serviços LTDA. 2º edição. 305 p., 2004.

RIBEIRO, Osni Moura. **Contabilidade Custos Fácil**. 8. ed. São Paulo: Saraiva, 2013.

ROSÁRIO, João, M.. **Automação Industrial**. 1. ed. São Paulo: Baraúna

SANTOS, Winderson, E.; SILVEIRA, Paulo, R.. **Automação e Controle Discretos**. 9. Ed. São Paulo: Érica, 1998.

SCHMIDT, Álvaro Maciel, **Controle de nível de líquido utilizando controlador lógico programável**. 2008. Monografia de Graduação. UFOP, 2008.

SELEME, Robson; SELEME, Roberto Bohlen. **Automação da produção Abordagem gerencial**. Curitiba: IBPEX, 2008.

SICK. **Sensor Intelligence**. Disponível em: <<http://www.sick.com/br/pt/sensores-fotoeletricos/sensores-fotoeletricos/w12-3/w12-3p2431/p/p241310>>. Acesso em 22/11/2018.

SINGER. **Máquina de Costura Industrial**. Disponível em: <http://www.singer.com.br/todos-Produtos/> Acesso em 22/11/2018.

SLACK, N. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2009.

WEG. **Produtos Específicos**. Disponível em:
<<http://www.weg.net/institucional/BR/pt/>>. Acesso em 22/11/2018.

FAAG – FACULDADE DE AGUDOS

**ALBERTO LUIZ SOARES
REGINALDO RAMOS SOARES**

**DESTINAÇÃO DO RESÍDUO DE RESINAS TERMOFIXA À
BASE DE FORMOL/URÉIA, PARA O PROCESSO DE
COMPOSTAGEM**

Análise da Viabilidade Técnica

**Agudos, SP
2018**

ALBERTO LUIZ SOARES
REGINALDO RAMOS SOARES

**DESTINAÇÃO DO RESÍDUO DE RESINAS TERMOFIXA À
BASE DE FORMOL/URÉIA, PARA O PROCESSO DE
COMPOSTAGEM**

Análise da Viabilidade Técnica

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Banca Examinadora do
Curso de Engenharia de Produção,
Faculdade de Agudos, sob a orientação
do Professor **M.Sc. Marcos Antonio
Bonifácio**.

Agudos, SP
2018

Dedicamos este trabalho as pessoas que sempre estiveram presentes. Às nossas esposas e filhas.

AGRADECIMENTOS

Não poderia deixar de agradecer às pessoas que contribuíram com a conclusão deste trabalho ao engenheiro químico senhor Lucas Paiva Farias de Novaes coordenador responsável pela planta química da onde partiu o desejo da pesquisa.

Aos colegas de trabalho, Marisa Dantas química responsável pelo laboratório de desenvolvimento de resinas que ocupa o cargo de especialista em polímeros, Douglas Rafael Fernandes da Silva pela contribuição com empréstimo de livros para auxiliar na fundamentação dos argumentos, aos supervisores do processo e o engenheiro de produção Gustavo Greca Garcia pelo apoio, a Priscila Serralvo supervisora responsável pela área da qualidade, pela a contribuição e autorização de dados da gestão. Não poderia deixar de agradecer aos colegas de operação e supervisão que em muito contribuíram para a realização das pesquisas de campo a todos o nosso muito obrigado.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo demonstrar o estudo de caso realizado em uma empresa líder de mercado no ramo de madeira reconstituída (MDF), que tem 4 unidades fabris localizadas estrategicamente em três estados da federação, conta com uma unidade na Colômbia e um escritório com forte atuação nos Estados Unidos e na Europa responsável pelas operações de exportação. O estudo de caso tem como foco a problemática da geração de resíduos sólidos gerados durante o processo de fabricação de resinas U/F; M/F como resposta a tratativa aos desafios de redução e geração bem como a destinação a aterros, como alternativa de reutilização no processo de compostagem. Através dos conceitos de aplicação das ferramentas e metodologia 3R's, no contexto do estudo foram coletados dados de volume gerados por mês de resíduo, realizadas também análises tecnológicas do resíduo com objetivo de conhecer as propriedades químicas e a possibilidade de destinação ao processo de compostagem, por ter um grande teor de nitrogênio sendo facilmente absorvido no processo de transformação. De acordo com os pontos levantados no decorrer do estudo pode se concluir que há possibilidade de o resíduo ser aplicado no processo posterior de compostagem trazendo um diferencial competitivo e fortalecendo as práticas de sustentabilidade da empresa, além de servir de base para novas pesquisas e novas aplicações.

Palavra-Chave: RESINA. RECICLAGEM. COMPOSTAGEM.

ABSTRACT

The present work has aimed to show the case study in a leading company in the field of reconstituted wood (MDF), which has 4 production facilities located strategically in three States of the Federation, has a unit in Colombia and an Office with strong performance in the United States and Europe responsible for export operations. The case study focuses on the problem of generation of solid waste generated during the manufacturing process of U/F resins; M/F in response to handling the challenges of reduction and generation as well as landfill disposal, alternatively for re-use in the composting process. Through the application of the concepts and methodology tools 3R's, in the context of the study data was collected in volume generated per month of waste, carried out technological analysis of the residue too in order to meet the chemical properties and the possibility of allocation to the composting process, by having a large teo .

Keywords: RESIN. RECYCLING. COMPOSTING.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Polimerização resina uréia-formaldeído	20
Figura 2	Fórmula Estrutural do Formol	21
Figura 3	Fórmula da ureia	23
Figura 4	Polinômio de Condensação	26
Figura 5	Controle de Polimerização – Convencional	27
Figura 6	Caracterização e classificação de resíduos	32
Figura 7	Definição de produção mais limpa	34
Figura 8	Hierarquia da produção mais limpa	35
Figura 9	Fluxograma da avaliação da viabilidade de disposição de um resíduo agrícola	36
Figura 10	Exemplo de MDF – MDP	43
Figura 11	Laudo Comprobatório	51

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Classificação dos Resíduos Sólidos – NBR_____	30
Quadro 2	Classificação e Identificação de Resíduos Sólidos_____	31
Quadro 2	Análises Tecnológicas_____	40

LISTA DE FOTOS

Foto 1	Fábrica de Fertilizante – Compostagem_____	40
Foto 2	Visão aérea da Unidade_____	45
Foto 3	Visão Geral da Unidade_____	45
Foto 4	Vista Geral da Área foco do Estudo (Noturna)_____	46
Foto 6	Reator de Resina_____	47
Foto 7	Painel de controle_____	48
Foto 8	Área de Desenvolvimento - Laboratório_____	49
Foto 9	Área de Desenvolvimento - Laboratório (Reator Piloto)_____	49
Foto 10	Amostra de Resina Catalisada_____	52
Foto 11	Amostra (a) em Estufa_____	53
Foto 12	Amostra (b) em Capela_____	53
Foto 13	Ácido Sulfúrico_____	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Normas e Requisitos de acordo com ABNT_____	19
Tabela 2	Polinômio de Condensação_____	26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3R's	Reduzir, Reciclar e Reutilizar
ABS	American Bureau of Shipping
AED	Associação dos Empregados da Duratex
B2B	Business to Business
BP	Baixa Pressão
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CNTL	Centro Nacional de Tecnologias Limpas
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ESALQ	Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
ETE	Estação de Tratamento de Efluentes
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
FSC	Forest Stewardship Council®
HDF	High Density Fiberboard
IAC	Instituto Agrônomo de Campinas
INCA	Instituto Nacional do Câncer
ISO	International Standardization Organization
MDF	Medium Density Fiberboard
MDP	Medium Density Particleboard
NBR	Norma Regulamentadora Brasileira
OHSAS	Occupational Health and Safety Assessment Series
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
P+L	Produção mais Limpa
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
SGA	Sistemas da Gestão Ambiental
SINMETRO	Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SNVS	Sistema Nacional de Vigilância Sanitária
SP	São Paulo
SUASA	Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1 Tema	14
1.2 Objetivos	14
1.2.1 Gerais	14
1.2.2 Objetivos Específicos	14
1.3 Problemática	15
1.4 Hipóteses de Pesquisa	16
1.5 Metodologia	16
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1 Processo de produção de resina termo fixa à base de formol/ureia	18
2.1.1 Produção de resina na empresa foco do estudo	22
2.2 Classificação de resíduos	24
2.3 Análise química de resíduos	27
2.4 Produção mais Limpa	28
2.5 Viabilidade do uso de resíduos na agricultura	30
2.6 Processo de compostagem	32
3. CENÁRIO DO ESTUDO	35
3.1 Grupo foco do estudo	35
3.2 Planta fabril foco do estudo	37
4. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO	43
4.1 Introdução	43
4.2 Viabilidade para compostagem	43
4.2.1 Princípio do método Kjeldhal	45
4.2.2 Visão geral do procedimento operacional	46
4.3 Resultados das análises	47

5. CONCLUSÃO	51
REFERÊNCIAS	52
ANEXOS	54
Anexo I Laudo 1 - ESALQ	54
Anexo II Laudo 2 - ESALQ	55

1. INTRODUÇÃO

As discussões relacionadas à redução do volume de resíduos que necessitam de descartes adequados tem sido um tema considerado relevante nos processos de gestão da produção, com o aumento da consciência ambiental pelos consumidores, mesmo quando estes são pessoas jurídicas, vem afetando diretamente os processos de produção, sempre somada à necessidade de controle dos custos de produção, fazem com que os gestores da produção busquem opções estratégicas para a boa gestão destes resíduos.

Cabe então aos gestores da produção administrar, buscar por um lado a redução destes resíduos ao longo da cadeia de produção e, reconhecendo a impossibilidade de zerar a geração de resíduos, cabe a eles também a importante missão de gerenciar a correta destinação dos resíduos gerados para locais adequados segundo a legislação vigente, com respostas que atendam as metas estipuladas por diversas áreas da empresa, como qualidade, finanças, cada vez mais marketing e a própria produção.

No tocante à produção de resinas termo fixa U/F, a base de (formol/uréia) não é diferente, já que este tipo de resina tem como agravante o formol, sendo o ponto de controle que determina o seu descarte em aterros que faz a devida tratativa dentro das normas e respeitando as leis vigentes.

Neste trabalho de conclusão de curso, pretende-se discutir a viabilidade técnica da destinação dos resíduos oriundos da produção de resina termo fixa à base de formol/ureia para processos de compostagem. As análises se darão a partir de um estudo de caso, tendo como base a aplicação dos conceitos dos “3R’s” (reduzir, reciclar e reutilizar) para discutir se há possibilidade de reciclagem desse resíduo no processo de compostagem já presente na empresa foco do estudo, mas com utilização de outros resíduos.

Serão buscados elementos que permitam criar uma base técnica para a utilização deste resíduo para compostagem, absorvendo o volume gerado no processo produtivo, não serão aqui discutidas questões econômicas, pois nesta fase da proposta, busca-se essencialmente verificar se tecnicamente este tipo de resíduo é passível de destinação para a compostagem, e não se oferece uma opção economicamente viável, ficando este estudo como uma proposta de desmembramento para este trabalho.

Ao final, os resultados esperados concentram-se na busca de uma solução viável para a destinação deste resíduo de forma que possa contribuir de para atenuar os impactos que este resíduo causa ao meio ambiente, desenvolvendo uma opção de destinação sustentável que reverta positivamente aos negócios da empresa.

1.1 Tema

O tema central deste trabalho concentra-se no estudo de reciclagem com a utilização de compostagem dos resíduos da fabricação de resina termo fixa à base de formol/ureia.

1.2 Objetivos

A definição dos objetivos geral e específicos que orientaram o desenvolvimento deste trabalho foram definidos conforme seguem descritos.

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar a aplicabilidade do conceito de reciclagem dos resíduos gerados na fabricação de resina termo fixa à base de formol/ureia, para um processo de compostagem.

1.2.2 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos, essa pesquisa se propõe à:

Realizar revisão bibliográfica sobre os temas centrais da discussão;

Analisar o processo da gestão de resíduos atual da empresa foco do estudo;

Analisar a concentração de nitrogênio disponível no resíduo da resina e sua viabilidade de absorção no processo de compostagem.

Verificar a possível aplicação desse resíduo ao processo de compostagem já existente na empresa foco do estudo.

1.3 Problemática

O volume do resíduo gerado pelo processo de fabricação de resina termo fixa à base de formol/ureia destinada a fabricação de MDF tem impacto ambiental significativo, trazendo a necessidade de atenção constante quanto à sua gestão pelas questões de sustentabilidade e também econômicas.

Estas questões de gestão despertaram atenção especial para o desenvolvimento deste trabalho, partindo das seguintes indagações.

Quais as alternativas para melhorar a gestão dos resíduos gerados na produção de resina termo fixa à base de formol/ureia destinada a fabricação de MDF?

A aplicação das ferramentas de gestão aliada as práticas laboratoriais podem contribuir de forma sustentável para a empresa de forma que seja essa a resposta à destinação final?

A resina termo fixa à base de formol/ureia destinada a fabricação de MDF pode ser aplicada no processo de compostagem?

Estas indagações foram as que organizaram em conjunto com os objetivos os esforços de pesquisa, na busca de alternativas que pudessem contribuir com a empresa foco do estudo, e também outras que possuam características similares de produção e utilização da resina estudada.

1.4 Hipóteses de pesquisa

Para as autoras Lakatos e Marconi (2006) as hipóteses para um projeto de pesquisa devem auxiliar na busca pela formulação de teoria ou os resultados que espera atingir ao final da pesquisa, devendo desta forma, serem representadas por afirmações diretas para que permitam a verificação e confirmação, ou não, ao final do trabalho.

Diante disto, estabeleceu-se as seguintes hipóteses para este projeto de pesquisa, que foram ao longo do trabalho testadas na Busca de serem ou não confirmadas ao final. São elas:

É possível a aplicação da resina termo fixa à base de formol/ureia destinada a fabricação de MDF em processos de compostagem.

Com a coleta de dados e por meio de análises laboratoriais é possível determinar uma concreta para a tomada de decisão sobre a destinação do resíduo de resina para a compostagem.

Estas afirmações complementaram as orientações gerais na busca dos resultados finais desta pesquisa.

1.5 Metodologia

Para esse projeto abordaremos métodos comprobatórios por meio de pesquisas referentes ao assunto, de modo que busque eliminar os erros de uma hipótese.

Método de Abordagem

Métodos de Procedimento

Técnicas de Pesquisa

Abordaremos essa pesquisa a partir do método hipotético dedutivo. Tal método, proposto pelo filósofo austríaco Karl Popper, tem uma abordagem que busca a eliminação dos erros de uma hipótese. Faz isso a partir de uma resposta

provisória ou hipótese, estabelece-se que situação ou resultado experimental nega essa hipótese e tenta-se realizar experimentos para negá-la. Assim, a abordagem do método hipotético-dedutivo é a de buscar a verdade eliminando tudo o que é falso (LAKATOS; MARCONI, 2006).

Como Método de Procedimentos utilizará o Comparativo e o Estatístico dependendo da pesquisa do comportamento de cada componente e suas propriedades.

A técnica que se faz necessária durante toda a pesquisa é a Documentação Indireta, com a Revisão Bibliográfica sobre o tema proposto. A revisão bibliográfica é de extrema importância, pois nos dá o embasamento teórico necessário para corroborar com o levantamento dos dados. Além da Documentação Indireta, utilizaremos a Documentação Direta a partir da Pesquisa de Campo, que será realizado na empresa XY.

O objeto de pesquisa será focado em coleta e levantamento de dados, também realizaremos teste de capacidade e de compatibilidade de processos com a finalidade de conhecer os resultados.

Em suma, utilizaremos bibliografias de revistas, artigos acadêmicos bem como documentos da própria empresa. Além disso, utilizaremos o método da observação de forma sistemática como participante e não participante em equipe, na vida real e em laboratório.

Em nossa pesquisa a amostra selecionada foi à empresa XY, localizada no interior de São Paulo, com aproximadamente 500 colaboradores, do setor da construção civil.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

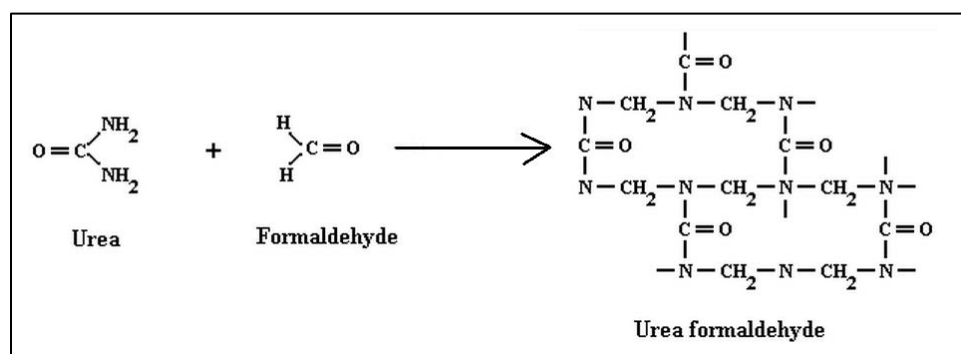
2.1 Produção de resina termo fixa à base de formol/ureia

No contexto da produção de resina Silva (2013) destaca que as resinas termofixas acabam desempenhando um importante papel para a fabricação de painéis de madeira reconstituída, onde se encaixa o MDF aqui discutido. Estas resinas agem como aglutinantes ou adesivos das fibras no processo de sua compactação e consolidação final do painel de madeira.

Para Silva (2013) o termo resinas termofixas se defini em classe de produtos que após a cura apresentam composição química complexa e alto peso molecular. Podendo ainda ser usado com ou sem a necessidade de um agente facilitador, apresentando cura total somente no processo de transformação da resina em produto final.

Silva (2013) ainda segue destacando que as resinas usadas na produção de MDF devem ser classificadas como amínicas, ou seja, resultando da condensação de aminas com aldeídos (exemplo formaldeído). E, possuem em sua composição alguns grupos reativos entre si, que são geralmente grupos carbonílicos, por exemplo, utilizando o formol que reage com grupos amino, imino ou amida, que, por exemplo, podem ser a uréia e a melamina, formando desta maneira estruturas tridimensionais complexas, como observado na Figura 1

Figura 1: Polimerização resina uréia-formaldeído



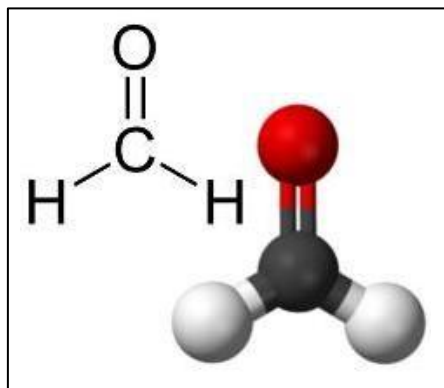
Fonte: University of Queensland (2012)

Em suma, a produção das resinas amínicas e os seus principais compostos observados são:

1) **Formol** que é obtido pela oxidação do metanol em altas temperaturas que são aplicadas em concentrações que variam entre 37 e 48% no processo $2 \text{CH}_3\text{OH} + \text{O}_2 \rightarrow \text{HCHO} + \text{H}_2\text{O} + 3 \text{H}_2$ (SILVA, 2013).

Formol é um termo utilizado no meio fabril que se refere ao formaldeído e que indica uma substância química do grupo funcional “aldeído”. Por se tratar de um radical químico HCHO pode ser denominado aldeído fórmico, sua representação química segue expressa na Figura 2.

Figura 2: Fórmula Estrutural do Formol



Fonte: Disponível em: < <https://www.google.com/search?q=formula+estrutural+do+formol&rlz=1> > acesso em 02 nov. 2018.

Para Atkins e Jones (2012) os aldeídos e cetonas pertencem ao grupo carbonila e ocorrem em duas famílias de composto e estão intimamente relacionadas descritos em $\text{C} = \text{O}$

- Os aldeídos são compostos de fórmula $\text{R} - \text{C}(=\text{O})\text{H}$.
- As cetonas são compostos de fórmula $\text{R} - \text{C}(=\text{O})\text{R}'$.

Destaca-se a designação do Instituto Nacional do Câncer (INCA) no tocante a legislação que estabelece limites de exposição ao formaldeído em ambientes de trabalho que não podem ultrapassar 1,6 ppm ($2\text{mg}/\text{m}^3$) até 48h/semana.

Segundo o INCA (2018) a exposição ao formol comumente conhecido pelo mercado, traz preocupações pelo risco eminente que envolve a sua utilização, pois é obtido industrialmente por meio da oxidação do vapor de metanol (CH_3OH) em contato o oxigênio (O_2), e que em contato um catalizador a base monóxido de molibdênio ocorre à transformação desse vapor em gás de processo, acarretando

risco a saúde humana. A exposição é tipicamente monitorada pela medida de formol em sua forma gasosa.

Esse gás é transportado para uma torre de absorção de aonde ocorre à transformação do formol e contato com a água de contra fluxo com o gás.

2) Uréia é um composto orgânico descoberto por Hilaire Rouelle em 1773 sendo sintetizada pela primeira vez em 1828 por Friedrich Wohler, pelo aquecimento do cianato de amônio, o que representou um marco para a ciência, sendo a primeira vez uma molécula produzida por organismos vivos foi preparada em laboratório. A uréia, oficialmente denominada como diaminometanal, é um composto orgânico cristalino, incolor, de massa molar 60,07g/mol, densidade de $1,33 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ e PF de $132,7^\circ\text{C}$. (KATSUKAKE, 2009)

Trata-se de um produto do metabolismo proteico animal, obtido em meios industriais através da síntese do gás de amônia (NH_3) como monóxido de carbono (CO). É utilizado como fertilizante devido ao nitrogênio que reage com aldeídos por meio de reações de resinificação e suas estruturas moleculares são:

$\text{H}_2\text{N}-\text{C}(=\text{O})-\text{NH}_2$ uma carbamida (família das amidas).

De acordo com Katsukake (2009) a ureia tem grande aplicação e absorção em fertilizantes sólidos pela alta concentração de nitrogênio, no suplemento de rações e em plásticos em combinação com formaldeído e o furfural. A uréia também é utilizada extensamente em adesivos.

O seu estado físico é um cristal prismático tetragonal, sólido, na cor branca, na forma esférica. Sua reação com água libera um odor amoniacal (NH_3) por tanto é um produto higroscópico (Figura 3)

Figura 3: Fórmula da ureia



Fonte: Disponível em: < <https://www.google.com/search?q=formula+estrutural+do+formol&rlz=1> > acesso em 02 nov. 2018.

Katsukate (2009) destaca ainda que no processo de polimerização entre uréia e formol não é facilmente previsto. Isto ocorre devido a diversos fatores que proporcionam a reação sendo eles: pH, concentração, temperatura, relação molar, sequência de reações, tempo entre outros.

Já para De Paoli (2008) a resina é a síntese de um composto polimérico e às vezes chamado comercialmente de resina polimérica.

Contudo pode-se dizer que o processo da resina é um processo de polimerização conhecido como “polímeros termorrígidos”, que caracteriza-se pela sua formação e se dá por meio de uma ligação cruzada, ou seja, uma vez que fechou a sua cadeia não é mais possível reverter nem mesmo com aquecimento o seu estado físico.

Desta forma, segundo De Paoli (2008, p. 02) se entende por que é tão bem aceita no processo de fabricação do MDF, além da alta concentração de nitrogênio disponível que há.

Os polímeros podem ser inicialmente classificados em homopolímeros e copolímeros. Homopolímeros quando são provenientes de uma única unidade repetitiva monomérica, e copolímeros quando possuem duas ou mais unidades repetitivas monoméricas diferentes, ou seja, são obtidos usando dois ou mais co-mônômeros. Os homopolímeros podem ser lineares ou ramificados.

Considerando que todas as moléculas não são do mesmo tamanho, existe uma distribuição de massas moleculares.

E considerando o comportamento tensão-deformação, polímeros tendem a três tipos de classificações gerais: frágeis, plásticos e altamente elásticos.

Mesmo adquirindo características que o torna mais rígido e com propriedades de força em determinadas situações com estes materiais não tem características que substitua aos metais por são nem tão fortes nem tão rígidos quanto os metais e suas propriedades mecânicas são sensíveis a mudanças em temperatura. (DE PAOLI, 2008)

Ainda de acordo com De Paoli (2008) a caracterização dos processos de polimerização se dão pelas ligações que ocorrem ao longo da formação e união dos “meros”, podem ser melhoradas por ligações cruzadas trazendo com tudo a melhora da resistência mecânica ao serem induzidas por radiação e por aumento na cristalinidade e na massa molecular média.

Os polímeros classificados como termoplásticos ou termorrígidos tem propriedades que se submetida a variáveis com temperatura altera a sua forma inicial como no caso dos termoplásticos podendo com isso assumir outra forma. No caso do termorrígido isso não acontece, pois, uma vez que o seu processo “endurecimento”, fecha cadeia não é possível à reversão em seu estado inicial.

2.1.1 Produção de resina na empresa foco do estudo

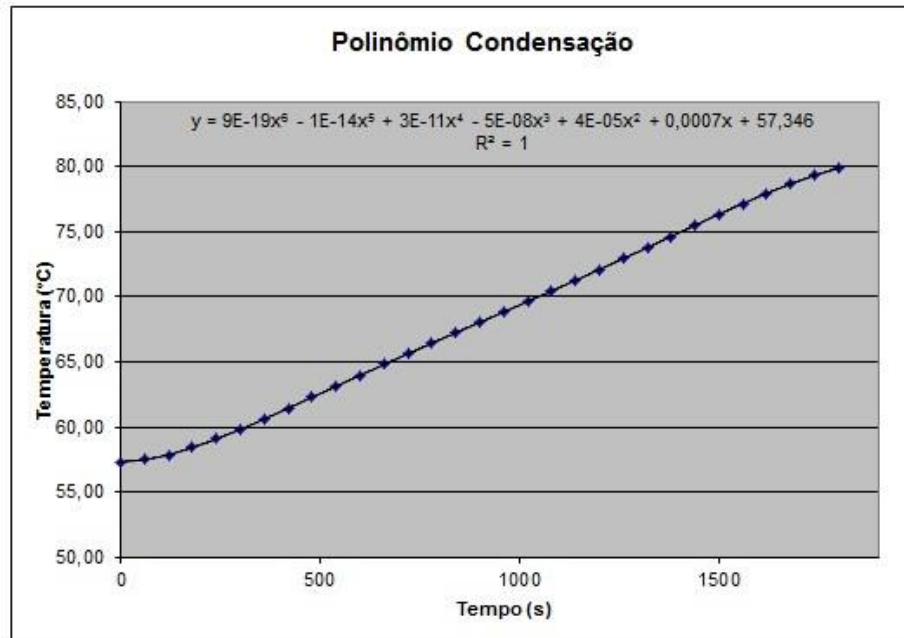
Atualmente a empresa foco do estudo, conta com um parque fabril com o que há de mais avançado em automação industrial voltado para o controle de processo de resinas e dispõe da tecnologia “ART” ou *Advanced Resin Technology* de produção de resinas. Processo esse que é produzido pelo método de polimerização por condensação.

No caso da polimerização por adição, são produzidos variáveis comprimentos de cadeias, fornecendo uma distribuição de massa molecular. Reações de condensação às vezes produzem monômeros trifuncionais capazes de formar polímeros cruzadamente ligados e de rede. (DE PAOLI, 2008).

Durante o processo ART, a fabricação se dá em 4 (quatro) etapas de acordo com as especificações de processo, no entanto a resina é produzida inicialmente em meio ácido ocorrendo às reações de metilação e de condensação simultaneamente.

1ª etapa se dá diretamente no reator onde é adicionado o formol e em seguida o ácido, respeitando uma relação molar entre os dois e conseqüentemente baixando o pH entre 0,5 a 2,5.

Neste ambiente fortemente ácido quando a uréia é adicionada ocorre à formação das metiloluréias e sua posterior condensação. A uréia I é adicionada de modo a permitir que o calor liberado pela reação (reação exotérmica) eleve a temperatura dos 57°C iniciais para até 90°C, conforme um polinômio de tempo e temperatura. A exotérmica da reação é suficiente para conduzir a reação até o nível de condensação desejado com vemos na Figura 4 a seguir.

Figura 4: Polinômio de Condensação

Fonte: Empresa foco do estudo

2ª etapa ☑ é feito o corte da resina, adicionando base até o pH ficar básico.

3ª etapa ☑ é adicionada a uréia II para que a relação molar F/U no final da mesma fique com entre 1,5 e 2,5. Nessa etapa o processo é controlado de acordo com as adições buscando uma relação molar intermediária de 1,80.

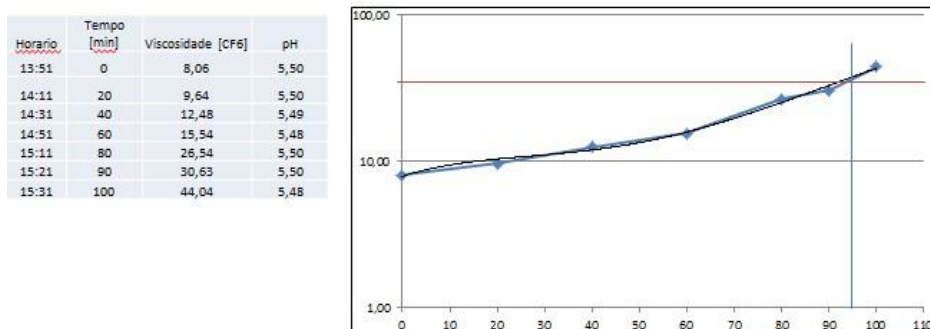
4ª etapa ☑ é adicionada a uréia III para levar a relação molar entre 0,92 a 1,25. Nesta etapa considera-se que a metilolação se inicia com a adição da uréia final e que se pode prolongar ao longo do tempo de armazenamento, à temperatura ambiente. Por isso é importante o resfriamento da resina antes do descarregamento.

No início de suas operações a empresa foco da pesquisa trabalhava no processo convencional de produção de uma resina UF.

Esse processo é essencialmente dividido em duas etapas: metilolação em meio básico, seguida de uma condensação ácida. A metilolação consiste na adição de uma a três moléculas de formaldeído bifuncional a uma molécula de ureia. É na etapa da condensação ácida que o polímero UF se constrói, isto é, os grupos metilol, a ureia e o formaldeído ainda presentes no sistema reagem de forma a originar moléculas lineares e ramificadas com diferentes massas

moleculares. Durante a condensação ácida amostras são retiradas e medida a viscosidade Copo Ford 6, até a faixa desejada em segundos, como no exemplo no apresentado na Figura 5.

Figura 5: Controle de Polimerização - Convencional



Fonte: Empresa foco da pesquisa

E com foco nos volumes de resinas que são retirados ao longo do processo, é que faremos a nossa pesquisa a fim de conhecer as propriedades físicas químicas desse resíduo e as características de aplicação.

2.2 Classificação de resíduos

Para início desse assunto é necessário à abordagem de alguns pontos relevantes que envolvem o tema de resíduos, conforme seguem.

Braga et al. (2005) destacam que mesmo conhecendo os efeitos adversos resultantes de um modelo de desenvolvimento econômico desvinculado do meio ambiente, a preservação passa pela necessidade do uso de mecanismos coercitivos, na tentativa de trazer uma harmonia entre o homem e meio ambiente.

O processo de produção de resinas gera, como qualquer outro processo de transformação, gera resíduos que devem ser classificados para que sejam destinados corretamente.

Para a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) (2018) com base na ABNT NBR 10004, os resíduos sólidos são classificados entre as Classes I e II, como sólidos inertes e sólidos não inertes e não perigosos.

Já a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) na Lei 12305:2010 define resíduos industriais como “aqueles gerados nos processos produtivos e instalações industriais[...]” estes devem ser tratados antes de ser destinado a aterros que faz a absorção e o devido depósito desse resíduo de acordo com as normas e portarias que regulam o setor.

Ainda de acordo com a Lei 12.305:2010 o produtor ou o gerador do resíduo é o responsável pela sua gestão e destinação a depósitos que cumpram as Leis N normas vigentes, conforme descrito no seu Art. 10 da PNRS.

Esta Lei institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluída os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.

No Art. 20 da mesma Lei 12.305:2010 são citados normas e órgãos governamentais que aplicam-se aos resíduos sólidos, citando: Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS), Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (SUASA) e Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (SINMETRO) com o intuito de dar sustentação as empresas ou qualquer que seja o gerador ferramentas de controle e gerenciamento bem com a devida tratativa aos resíduos de seu processo.

De acordo com o Art. 3º no parágrafo – XVI: os resíduos sólidos podem ser caracterizados como: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humana sem sociedade, e cuja destinação final deva ser tratada com um resíduo com características de controle não podendo ser descartado de qualquer forma sem que antes seja avaliado os seus impactos ao ambiente.

Vale o destaque para o citado no mesmo Art. 3º em seu parágrafo XV onde observa-se o seguinte destaque

“caracteriza rejeitos como: resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada.”

Este destaque alinha-se a proposta deste trabalho que e caracterizar a possibilidade de produzir uma possibilidade para o tratamento ou destinação alternativa para o resíduo da produção das resinas termofixas.

De acordo com o Braga (2005) a Constituição Estadual de São Paulo já considera e incorpora os diversos conceitos de desenvolvimento sustentável, pois trata o desenvolvimento econômico interligado com o crescimento e social vinculando-os a preservação do meio ambiente.

Nos princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) encontra-se uma abordagem do desenvolvimento sustentável como uma das formas das indústrias encararem o desafio de que os resíduos sólidos trás as suas políticas de gestão resíduos.

Segundo a Norma Regulamentadora Brasileira (NBR), regulamenta os resíduos sólidos como demonstrado no Quadro 3 a seguir:

Quadro 3: Classificação dos Resíduos Sólidos - NBR

<p style="text-align: center;">Resíduos classe I - Perigosos:</p> <p>São os resíduos que apresentam periculosidade ou pelo menos uma das seguintes características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade.</p>
<p style="text-align: center;">Resíduos classe II – Não perigosos:</p> <p>São os resíduos não perigosos e que não se enquadram na classificação de resíduos classe I e são divididos em: Resíduos classe II A – Não Inertes e classe II B – Inertes.</p>
<p style="text-align: center;">Resíduos classe II A – Não inertes:</p> <p>São aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I ou de resíduos classe II B e podem ter propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.</p>
<p style="text-align: center;">Resíduos classe II B – Inertes:</p> <p>São quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.</p>

Fonte: Adaptada da ABNT NBR 10004:2004

Para tanto os resíduos de resinas podem ser classificados como resíduos sólidos de acordo com o grau de utilização e como foi constituído.

Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) define “resíduos industriais” como aqueles gerados nos processos produtivos e instalações industriais [...], este deve ser tratado antes de ser destinado a aterros que faz a absorção e o devido depósito desse resíduo de acordo com as normas e portarias que regulam o setor.

No Brasil fica o produtor ou o gerador do resíduo o responsável pela gestão e a destinação dos resíduos do seu processo a depósitos que cumpra as leis e normas vigentes de acordo com o Art. 10 da PNRS (Lei nº12. 305/10).

No contexto do trabalho os resíduos em destaque são classificados segundo a norma como Resíduos classe II A – Não inertes: São aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I ou de resíduos classe II B e podem ter propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

2.3 Análise química de resíduos

De acordo Pires e Mattiazzo (2008) existem inúmeras opções de disposição, a reutilização de resíduos sendo que estas são sem dúvida, a opção mais interessante se considerado o ponto de vista econômico associado ao ambiental, e, muitas vezes também ao social pela eliminação de contaminantes e patógenos para os seres humanos. Ainda para as mesmas autoras, a reciclagem de resíduos representa um benefício inquestionável para todos os atores envolvidos no processo:

Neste mesmo contexto, Pires e Mattiazzo (2008) seguem destacando que a países, como Estados Unidos, Holanda, Austrália, utiliza – se da reciclagem de resíduos em solos agrícolas, como uma alternativa muito eficaz. E é mundialmente difundido o uso de resíduos orgânicos urbanos como fertilizantes e/ou condicionadores do solo, destacando-se o composto de lixo e o lodo de esgoto.

Pires e Mattiazzo (2008, p.1) reforçam ainda que

Sob o ponto de vista agrícola, a principal vantagem do uso de resíduos relaciona-se com o fornecimento de nutrientes neles contidos e/ou com benefícios ligados ao seu conteúdo orgânico, que pode manter, ou mesmo elevar, o teor de matéria orgânica do solo. Entretanto, na mesma proporção com que são enfatizadas as vantagens agrícolas, não se pode esquecer que, geralmente: (i) os nutrientes presentes nos resíduos estão em proporções desbalanceadas para a nutrição vegetal, (ii) não se conhece a eficiência do resíduo no fornecimento desses nutrientes e (iii) não se conhece qual a composição e quais as características do material orgânico contido no resíduo. Além disso, existe, ainda, a possibilidade de elementos e/ou substâncias potencialmente tóxicas orgânicas ou inorgânicas, estarem presentes nos resíduos.

Contudo conhecer as propriedades químicas dos resíduos pode trazer algum benefício quanto a sua destinação, que não seja o aterro com a alternativa final. É este contexto de conhecer o potencial que há nos resíduos é que tem nos levado a busca de alternativas para aplicação desse resíduo.

2.4 Produção mais Limpa

Um exemplo prático são as metodologias da produção mais limpa (P+L), que pode ser usada como ferramenta para a gestão e o controle da geração de resíduos.

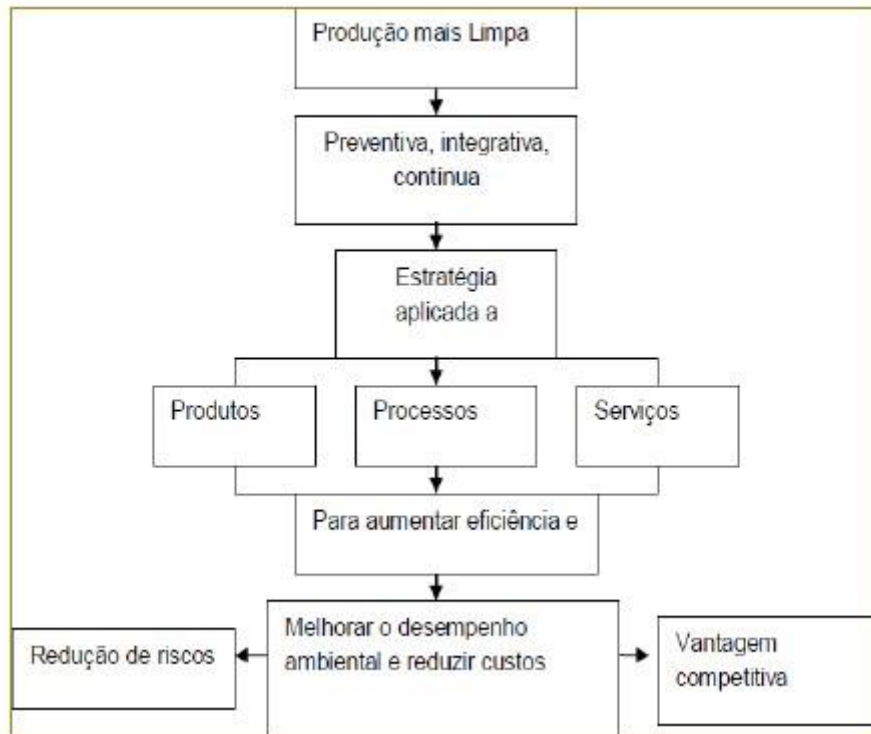
Costa, Lopes e Junior (2018) corroboram com o Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL) a implantação da metodologia de produção mais limpa, proporciona a empresa, benefícios ambientais e Econômicos que resultam na otimização de seus processos produtivos e eficiência por meio de:

- U Eliminação/redução de resíduos;
- U Produção sem poluição;
- U Eficiência energética;
- U Saúde e segurança no trabalho;
- U Produtos ambientalmente adequados;
- U Embalagens ambientalmente adequadas.

Estes elementos sempre acabam contribuindo com o convencimento dos empresários para a realização de investimentos no contexto da preservação ambiental, mas com a manutenção dos resultados operacionais e financeiros, isto seria a sustentabilidade pretendida pelo P+L.

Ainda para Costa, Lopes e Junior (2018) a aplicação da Produção mais Limpa (P+L), consiste na abordagem preventiva com seus elementos essenciais como uma medida de controle ao aumento dos custos provocados pelo controle da poluição e tratamento final dos resíduos. Utilizando-se da ferramenta representada na Figura 7 a seguir que sumariza a abordagem de P+L e o estabelecimento de prioridades na identificação de oportunidades.

Figura 7: Definição de produção mais limpa



Fonte: Pereira e Sant'Anna (2012)

Bezerra et al. (2018) afirmam que dentre os instrumentos de gestão ambiental, destacam-se a produção mais limpa como uma ferramenta que pode contribuir para a minimização dos riscos resultantes dos processos produtivos, produtos e serviços, e melhor utilização dos insumos.

As organizações veem buscando cada vez mais políticas gestão de proteção ao meio ambiente com medidas que viabilizem a utilização eficiente dos recursos ambientais, mas preservando ou maximizando os resultados financeiros, isto tornando a empresa mais sustentável e eficiente.

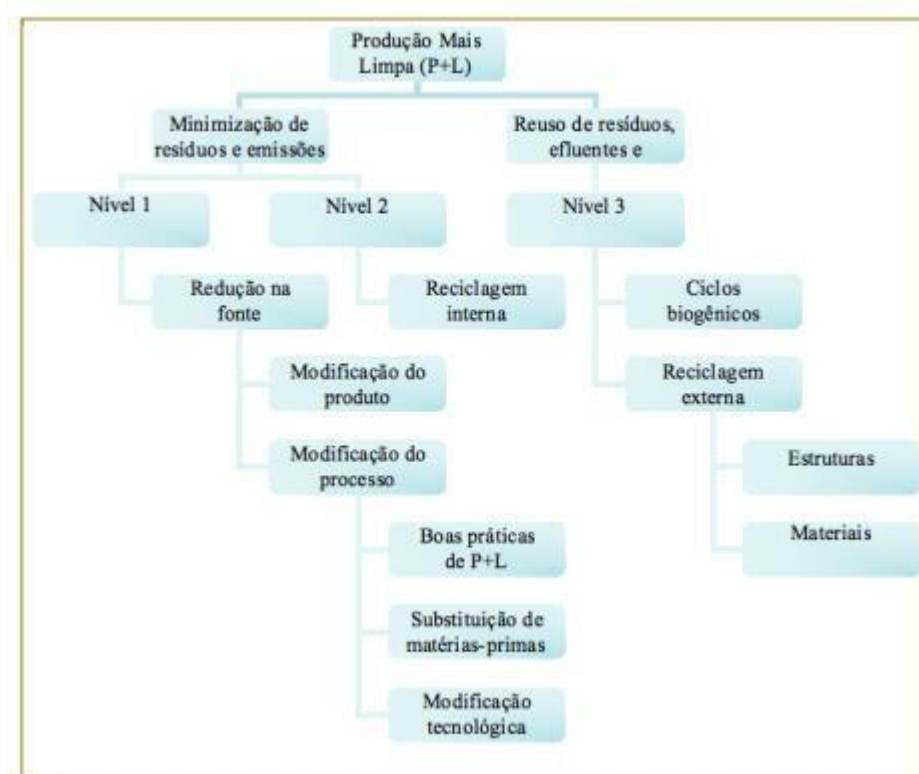
Bezerra et al. (2018) seguem afirmando que do ponto de vista da redução de recursos na produção ou prestação de serviços a eco eficiência contribui para que a empresa obtenha competitividade e minimize os impactos ao meio ambiente, diferenciando-se dos seus concorrentes na busca de novos mercados e/ou novos consumidores.

Ainda de acordo com Bezerra et al. (2018, p. 08) “A busca em atender os objetivos supracitados favoreceu o desenvolvimento e a permanência da ferramenta ambiental Produção Mais Limpa”.

Seguem destacando que com a integração de processos, produtos e serviços a P+L, é a estratégia ambiental preventiva que visa, de forma contínua aumentar a eco eficiência e diminuir os riscos e os impactos para o homem e para o meio ambiente.

No entanto para se alcançar tal objetivo deve-se dispor da ferramenta que por meio de uma hierarquia, como pode-se constatar na Figura 8, as ações apontadas para uma produção mais limpa estão divididas em três níveis, a saber: No primeiro nível, objetiva-se a redução de resíduos na fonte; o segundo nível, verifica-se a possibilidade de reintegrar os resíduos ao processo produtivo; quando finalizadas as opções dos níveis anteriores, buscam-se possibilidades no âmbito externo. (BEZERRA, et al. 2018)

Figura 8: Hierarquia da produção mais limpa



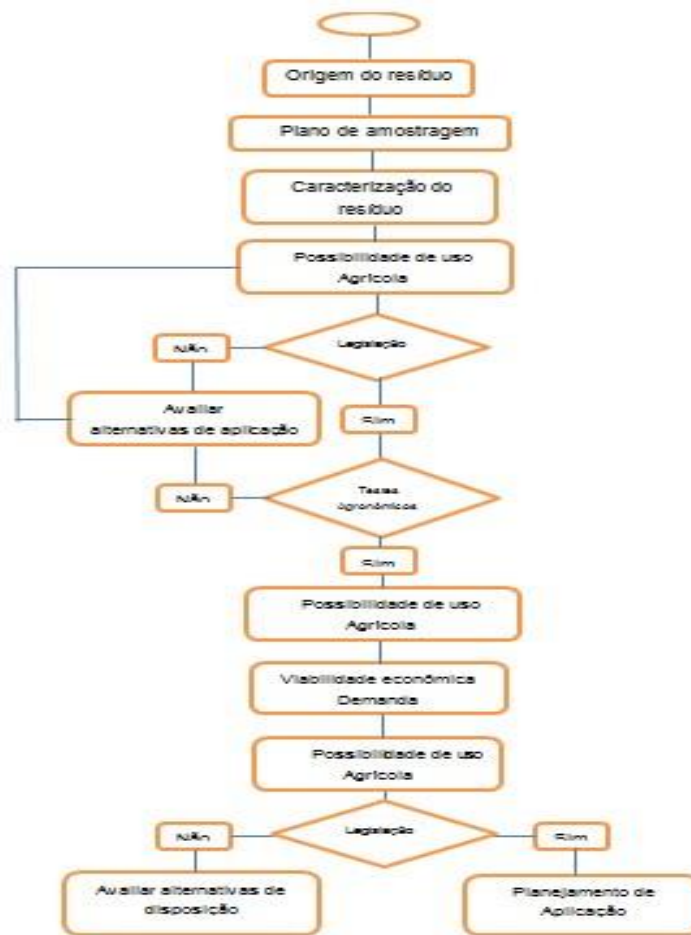
Fonte: Centro Nacional de Tecnologias Limpas (2003)

2.5 Viabilidade do uso de resíduos na agricultura

De acordo com Costa, Lopes e Junior (2018) Ao fazer a opção pela disposição de um resíduo na agricultura, vários aspectos deverão ser analisados

tanto do resíduo, como da atividade agrícola, da região onde se pretende utilizá-lo bem como a observação da legislação pertinente. Para esquematizar essas avaliações, propõe-se o fluxograma:

Figura 9: Fluxograma da avaliação da viabilidade de disposição de um resíduo agrícola



Fonte: Adaptado de Glória (1992) e Pires; Mattiazzo (2018).

Costa, Lopes e Junior (2018) seguem afirmando que o esquema proposto, a viabilidade do uso agrícola de um resíduo é avaliada em diferentes etapas, detalhando se a origem do resíduo, o plano de amostragem e as características do resíduo, aspectos legais, sua eficiência agronômica, viabilidade econômica da disposição agrícola, demanda de mercado pelo resíduo e o planejamento da aplicação a fim de eliminar os entraves que possam dificultar a aplicação do resíduo e processos de transformação.

No entanto de acordo com as afirmações supracitadas anteriormente e com base em um laudo técnico requisitado pela empresa foco da pesquisa, é que

faremos as nossas avaliações do resíduo tais como: o plano de amostragem e as características do resíduo, aspectos legais, sua eficiência agrônômica e a viabilidade de uso em solo agricultável.

2.6 Processo de compostagem

Com foco na sustentabilidade de seu processo a empresa dispõe de uma fábrica de fertilizante através da compostagem que tem como objetivo realizar a tratativa de resíduos que são gerados ao longo do processo fabril o MDF.

De acordo com a Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (2014) A compostagem é um método eficiente de tratamento que se em condições adequadas de temperatura, umidade e aeração proporciona a transformação de produtos estáveis em compostos orgânicos e que tem uma grande aplicabilidade na agricultura.

Para a Spadotto e Ribeiro (2006) a compostagem referem-se ao processo de decomposição controlada da matéria orgânica por microrganismos, e o resultado desse composto é um fertilizante com grandes propriedades que pode ser destinado para solos agrícolas.

Ainda de acordo com Spadotto e Ribeiro (2006) a aplicação do conceito dos 3R'S é uma ferramenta relacionada ao processo de compostagem, pela reutilização ou reciclagem de resíduos em outro processo. Os mesmos autores afirmam ainda que, quando se decide destinar resíduos à aterros os descartes com potencial orgânico gastamos duas vezes, primeiro no ato de enterrar os resíduos e segundo quando se importa adubo mineral (químico) necessário para repor os nutrientes da terra.

De acordo com os autores Spadotto e Ribeiro (2006) o processo de compostagem estabelece uma nova cadeia de inter-relação, devolvendo matéria orgânica ao solo sem impactos ambientais, gerando um ciclo virtuoso.

Para a Secretaria de Meio Ambiente - SP (2014) o tratamento através do processo de compostagem é encarado como uma vantagem ambiental, pois faz com que, o produto seja devolvido como um composto orgânico podendo ser utilizado na natureza. Sendo os métodos definidos em dois processos, o método natural e o método acelerado.

Para a avaliação da viabilidade de uso do resíduo em solo agrícola, deve-se considerar um conjunto de atributos (Quadro 4) que comumente é determinado, consistindo em um indicativo do potencial agrônômico e dos riscos ambientais da adição do resíduo ao solo.

Quadro 4: Análises tecnológica para uso de resíduo no solo

Umidade: uso na avaliação da necessidade de secagem, do tipo de aplicação e do provável custo com transporte.	pH: uso na avaliação da disponibilidade de nutrientes, primeiro indicativo do potencial do resíduo em ser utilizado como condicionador do solo e indicação da presença de organismos patogênicos.
Condutividade Elétrica, Salinidade e Sodicidade: uso na avaliação do risco de salinização e sodificação do solo devido à adição do resíduo.	Teor De Carbono Orgânico: uso como um primeiro indicativo do potencial do resíduo ser utilizado como fertilizante orgânico.
Teores de Macro e de Micronutrientes: uso na avaliação do potencial do resíduo ser utilizado como fonte de um ou mais nutrientes.	Teores De Elementos Potencialmente Tóxicos, Classificados Como Metais Pesados (Cd, Cr, Cu, Ni, Hg, Pb, Zn) ou não (B, Mo e Se): uso na avaliação do potencial de entrada desses contaminantes na cadeia alimentar e da ocorrência de impactos ambientais negativos como contaminação do solo e de coleções hídricas.

Fonte: Adaptado da Secretaria de Meio Ambiente - SP (2014)

Destaca-se por fim, que a empresa foco da pesquisa já dispõe de uma fábrica de fertilizante, e usa da compostagem como método de transformação de resíduos em matéria orgânica destinado ao seu processo de cultura em suas florestas, mas sem neste momento adicionar ao processo os resíduos de resina.

Foto 1: Fábrica de Fertilizante - Compostagem



Fonte: Empresa foco da pesquisa

O seu processo de compostagem se dá em leiras através de batedores que por sua vez fazem um arraste dos resíduos que são colocados nas entradas do processo e ao longo das etapas são adicionados alguns outros insumos que compõe o processo.

Que faz a absorção dos resíduos que são gerados ao longo do processo e fabricação do MDF, por exemplo, as **Caldeiras de geração** cujo resíduo, a cinza que é destinada ao processo de compostagem, ou as fibras de madeira que são rejeitadas e também papéis descartados no processo de impregnação.

Outro gerador de resíduos que são destinados à compostagem é o processo da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) cujo resíduo é o lodo.

3. CENÁRIO DO ESTUDO

Como a empresa foco do estudo é parte integrando de uma *holding* bem maior, neste ponto será feito um destaque sobre o negócio madeira no qual a fabricação de resina está inserida, uma de suas plantas, instalada no interior paulista onde encontra-se a unidade de produção de resinas.

3.1 Grupo foco do estudo

O estudo será realizado em uma empresa que tem como seu negócio principal o MDF, instalada no interior do estado de São Paulo estando estrategicamente localizada próximo de sua matéria prima principal (florestas), também se beneficia da facilidade de escoamento de sua produção aos seus mercados consumidores dados esta boa localização.

Com 67 anos história e atuação no mercado tem seu enfoque na melhoria continua que é um processo que envolve toda a empresa e possui atualmente sete unidades florestais, dezessete unidades industriais no Brasil e três na Colômbia. Destaca-se que a empresa é pioneira no seu segmento de negócio, sendo atualmente líder no mercado onde atua considerada a maior, sendo também um importante exportador de chapas de fibra.

Na década de 50, a fibra de madeira tinha que ser importada da Suécia, com não era algo muito difundido no Brasil e quase ninguém conhecia as formas de aplicação desse material para constituição de outro produto os fundadores da companhia observaram uma oportunidade de negócio para o mercado da época, visto que não havia concorrência interna.

Com a aquisição de equipamento de uma empresa Sueca os empresários fundaram em 1951 seu próprio negócio da produção do produto, nesta mesma época deram início com a produção de um painel de aglomerado constituído de partículas de madeira aglutinada tecnicamente denominado de *Medium Density Particleboard* (MDP).

Como exemplo, a Figura 3 ilustra os dois produtos MDF e MDP citados.

Figura 10: Exemplo de MDF - MDP



Fonte: Disponível em: <<https://www.madeiramadeira.com.br/...>>. Acesso em: 01 nov. 2018.

Tendo a sua primeira unidade fabril instalada no interior de São Paulo, deu-se início aos processos de fabricação do mais novo produto que na época, causou uma enorme resistência ao mercado nacional. Aos poucos a companhia foi ganhando mercado e abrindo mais o espaço para o seu produto. Contudo na década de 60 com a expansão das vendas, a empresa passa a focar os seus processos na qualidade da sua matéria prima, conquistando a confiança do mercado e tornando referência no país.

Com a grande aceitação de seu produto no mercado as forças se voltaram para a abertura de novas linhas de produção.

No final do Século 20, foi implementada a primeira linha de fabricação de MDF no Brasil, também no interior de São Paulo, hoje, a empresa foco do estudo conta com mais de 12 mil colaboradores e com florestas que chegam a quase 300 mil hectares, tendo em sua holding não apenas o negócio de madeiras reconstituídas e florestas, mas também marcas de metais e louças sanitárias, duchas e torneiras elétricas, pisos laminados, pisos cerâmicos, indústria química, tecnologia e além de um braço financeiro bastante significativo.

Ao longo dos anos a empresa vem investindo em melhorias que atenda aos seus clientes com constante inovações para fortalecer a sua marca frente aos concorrentes, além de poder se orgulhar de, que seus processos e produtos atendem aos padrões internacionais de produção através das certificações com International Organization for Standardization (ISO) 9000;9001;14001, Occupational Health and Safety Assessment Series (OSHAS) 18000.

Nesse contexto 11 das 17 unidades possui certificações ISO 9001 de Sistemas de Gestão da Qualidade e 10 dessas são certificadas na 14001 que tem o foco no Sistemas da Gestão Ambiental (SGA) e 16 das 24 possui também

certificação de Saúde e Segurança que tem seu foco na redução e controle de acidentes nos processos produtivos.

Além de poder se orgulhar de ser a primeira empresa da América Latina a conquistar o selo de conselho de manejo florestal, que visa atividades social e economicamente viáveis e benéficas, e atesta que as mesmas são ambientalmente adequadas o *Forest Stewardship Council* (FSC).

3.2 Planta fabril foco do estudo

Recentemente a companhia optou por verticalizar um de seus insumos, com a aquisição em 2009 de uma planta química com o objetivo de produzir o seu próprio insumo que é a resina utilizada no processo de fabricação do MDF.

A decisão, estratégica, se devido ao forte impacto desta matéria-prima nos seus processos, além de fortalecer a sua cadeia de suprimentos se abriu para uma nova proposta que é a de tornar o seu processo produtivo sustentável de forma que detém a tecnologia de aplicação no processo de resina, através de uma consultoria de um especialista que desenvolveu as práticas podendo, esse ser aprimorado e adequados a sua realidade.

Como pôde ser observado a empresa foco do estudo é formada por inúmeras unidades e, para que o trabalho ficasse focado, uma planta fora escolhida pela presença dos pesquisadas para realizar o estudo, conforme segue.

Para a realização desta pesquisa, utilizou-se como fonte de estudo umas das unidades que se localiza no interior de SP, na qual pode ser ilustrada nas Foto1 e 2, apresentadas a seguir:

Foto 2: Visão aérea da Unidade



Fonte: Empresa foco do estudo.

A empresa trabalha em um processo contínuo de adaptação às necessidades dos clientes e dos mercados, aprimorando sempre tecnologias, processos, produtos e serviços, sempre com pesquisas contínuas no mercado global em busca de tendências e a melhor prática na sua área de atuação.

Um ponto forte da empresa é a flexibilidade dos seus produtos com os mais variados padrões de pisos laminados e outro ponto forte é o pós venda da empresa, além da garantida de doze anos em seus pisos laminados, tudo isso embasado em processos sustentáveis.

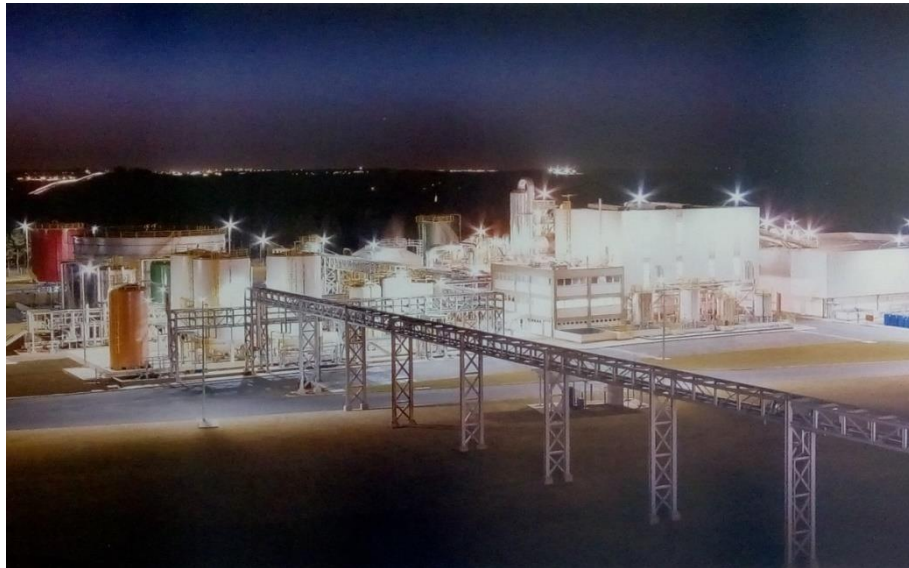
Foto 3: Visão Geral da Unidade (noturna)



Fonte: Empresa foco do estudo.

Em outro movimento para focar o trabalho dentro do contexto apresentado, o estudo será realizado especificamente em um setor específico da planta fabril apresentada. A unidade Química (Fotos 3 e 4) que processa a resina conforme mostra a imagem a seguir:

Foto 4: Vista Geral da Área foco do Estudo (Noturna)



Fonte: Empresa foco do estudo.

Foto 5: Vista geral da Área foco do Estudo



Fonte: Empresa foco do estudo.

A área em questão representada nas fotos anteriores é responsável pelo processo e produção de toda a resina que é consumida na unidade local e também é responsável por abastecer outras unidades do grupo.

Com foco na sustentabilidade de seus processos a empresa passou a investir na produção de resina com o objetivo de melhorar os seus custos e processos tornando o seu produto o MDF mais competitivo no mercado. Essa planta conta com 04 reatores, sendo 03 deles de 50 ton e 01 de 22 ton destinados a um processo específico e cerca de 22 ton de resina melamínica a cada 05 horas de produção.

Como esses processos ocorre em sistema fechado ou encapsulado requer também um alto nível de tecnologia embarcada em seus reatores e todo o controle de parâmetros são controlados remotamente por painéis de controle, a unidade conta com cerca de 49 colaboradores de nível técnico para o processo fabril como mostra a Foto 6.

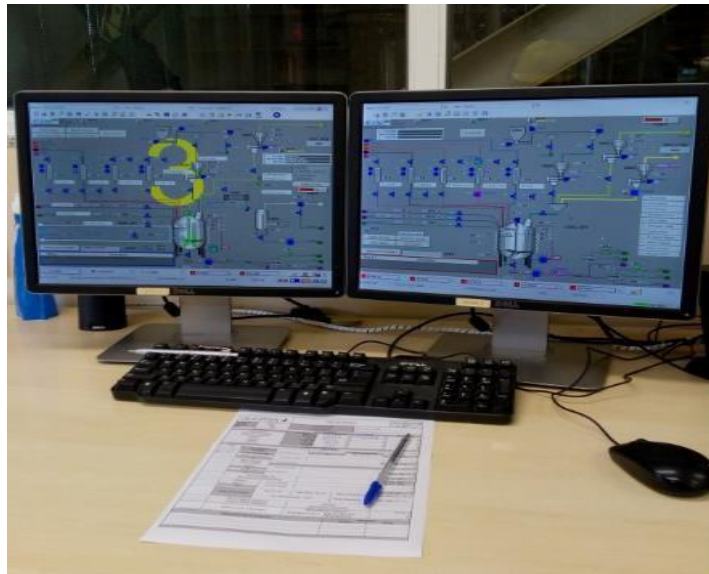
Foto 6: Reator de Resina



Fonte: Empresa foco do estudo.

A planta química produz três tipos de resinas que são aplicados em processos posteriores no MDF são eles: Ureia Formol (U/F), Melamina Formol (M/F) e Melamina Ureia e Formol (MUF). A planta tem capacidade instalada de produção de resinas do tipo U/F de 50 toneladas (ton) a cada 04 horas de processos e isso se dá por meio de lotes que é gerado e controlado pelo painel de controle gerenciado pelo operador de uma sala de controle cada lote gerado é uma batelada a ser seguida e controlada pelo operador como mostra a Foto 7:

Foto 7: Painel de controle



Fonte: Empresa foco do estudo.

É uma área de desenvolvimento com um laboratório bem equipado (Fotos 8 e 9) e com uma equipe de engenheiros químicos; químicos e técnicos que trabalham para aprimorar as técnicas de produção e desenvolvimento de produtos com práticas de melhorias contínuas do processo de produção do MDF.

Foto 8: Área de Desenvolvimento - Laboratório



Fonte: Empresa foco do estudo.

Foto 9: Área de Desenvolvimento - Laboratório (Reator Piloto)



Fonte: Empresa foco do estudo.

4. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

4.1 Introdução

Com o desafio de fazer gestão e controle de descartes dos resíduos gerados ao longo dos processos fabris da empresa, a área de qualidade teve como alternativa para tratamento dos resíduos a aquisição de uma fábrica de fertilizante por meio da compostagem, que com êxito faz a absorção dos resíduos gerados do processo de fabricação do MDF sendo estes: rejeitos de fibras, resíduos de caldeiras, rejeitos de chapas picadas, lodo que são gerados na ETE, papeis do processo de impregnação e etc.

Mais área da qualidade ainda enfrentava o desafio de dar uma alternativa para a destinação final dos resíduos dos processos de resinas, que tem com agravante a sua composição química.

Sendo que a área de produção de resinas gera em média cerca de 300 litros de resíduos em estado líquido diariamente que são fruto das análises de processo, limpeza de filtros e entre outros gerando um custo com a destinação e coparticipação no descarte, sendo que não são computados os custos de processos somente de destinação.

Para a destinação final é necessário que este resíduo seja solidificado e que cumpra as normas que regulamenta o descarte de resíduos sólidos, sendo este que em estado sólido é mais barato a sua destinação.

Portanto faz se necessária à aplicação de um estudo sobre o assunto com a finalidade de conhecer as propriedades do resíduo e a viabilidade de uso dado o seu potencial de nitrogênio disponível sob o ponto de vista da aplicação dos 3R's no resíduo com o foco na reciclagem e reutilização com a destinação ao processo de compostagem.

4.2 Viabilidade para compostagem

De acordo com os objetivos do trabalho, para demonstrar a viabilidade de utilização dos resíduos da produção da resina na compostagem, foi necessário a realização de testes químicos laboratoriais para se ter certeza de sua aplicabilidade.

Para a realização dos testes foram coletadas amostras de resinas já catalisadas e prontas para o descarte, até então realizado em aterros controlados por ser tratar de resíduos Classe II A – Não inertes.

A seleção do material ou amostra segue descrito na Foto 10, se apresentando em estado em recipiente comum, que seriam separadas e encaminhadas para os ensaios laboratoriais.

Foto 10: Amostra de Resina Catalisada



Fonte: Empresa foco do estudo.

As amostras coletadas foram separadas em duas porções para serem analisadas em laboratório a fim de saber os percentuais de nitrogênio disponível de cada amostra, contudo foram dispostas das seguintes formas:

- a primeira amostra acondicionado em um recipiente menor, foi colocada em estufa e mantida à 100°C por 24 horas como demonstrado na Foto 11, com o objetivo de secar a amostra por completo.

- a segunda amostra, também em um recipiente menor, foi dada outra tratativa mas com o mesmo objetivo, o de eliminar qualquer possibilidade de conter água na amostra, no entanto foi colocado em uma capela (Foto 12) e mantido por 1 (uma) semana, para só assim ser realizado os ensaios e análises em bancada.

Foto 11: Amostra (a) em Estufa



Fonte: Empresa foco do Estudo.

Foto 12: Amostra do resíduo (b) em Capela



Fonte: Empresa foco do Estudo.

Com as amostras “secas”, foram realizados os primeiros testes, para tanto, como metodologia para as análises foram utilizados os métodos de medição de nitrogênio por meio método Kjeldhal que segue detalhado.

4.2.1 Princípio do método Kjeldhal

Segundo o manual do fabricante o método foi desenvolvido em 1883 por Johan Kjeldahl (1849 - 1900), pesquisador do laboratório de cervejarias do Carlsberg Fund na Dinamarca. Este método é baseado na hidrólise do nitrogênio

organicamente ligado em sais de amônio (NH_4^+) através de digestão com ácido sulfúrico concentrado em ebulição.

A adição de catalisadores apropriados aumenta o ponto de ebulição da mistura de digestão, o que faz com que a reação prossiga completamente (quantitativamente). Depois disso, a lixívia é adicionada em excesso à amostra digerida e a amônia (NH_3) é liberada do sal de amônio. O vapor é introduzido na mistura de digestão e a amônia é expelida.

A amônia gasosa é coletada em um ácido e determinada por meio de titulometria ou fotometria. Como método de análise elementar, há oportunidades para usar o método Kjeldahl em química de alimentos, química analítica ambiental e química agrícola. Materiais que não se separam como amoníaco (por exemplo, compostos nítrico, nitroso e azo), os métodos podem ser utilizados após tratamento preliminar.

Como pode ser observado no manual de instrução do equipamento existe uma boa base para que possam ser desenvolvidas as análises para conclusão da pesquisa

4.2.2 Visão geral do procedimento operacional

Seguindo o manual operacional do equipamento e realizando efetivamente a análise que determinará se a resina poderá ser destinada para a compostagem, deve ser realizada a análise efetivamente, seguindo determinados passos como apresentado a seguir:

Para realizar as análises operacionalmente deve-se seguir padrões pré-estabelecidos, onde as amostras de qualquer tipo podem ser usadas, mas deve-se nivelar o processo e, em algumas situações, pode exigir pré-tratamentos das amostras a serem ensaiadas.

O material orgânico para o procedimento utilizado é destruído com ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4) em ebulição, onde com a adição de catalisadores é possível melhorar a conversão da reação.

Após a digestão, o nitrogênio está disponível na forma de sulfato de amônio.

Uma solução de hidróxido de sódio é adicionada em excesso, neutralizando o ácido e tornando a amostra uma solução alcalina. A alcalinidade libera amônia.

Na sequência a amônia permanece parcialmente dissolvida na mistura de digestão. Neste momento o vapor é introduzido na mistura de digestão que remove a amônia da solução.

O destilado é coletado então diretamente em ácido bórico ou sulfúrico.

No receptor destilado, a amônia é novamente ligada a um sal de amônio ou, no caso do ácido bórico, ligada como um complexo.

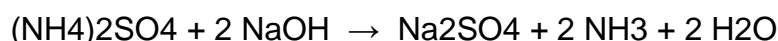
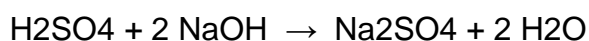
Finalmente, após transcorridos todos os passos, é possível obter-se teor de nitrogênio que é determinado por titulação, sendo este o RESULTADO ESPERADO para determinar se a resina poderá ou não ser destinada para a compostagem ou deverá continuar sendo destinada para os aterros.

Segue as descrições das etapas e as reações químicas que ocorrem no produto ao serem submetidos ao processo para determinar o porcentual de nitrogênio disponível na amostra através do método Kjeldahl.

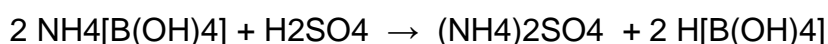
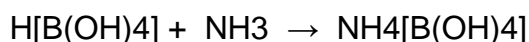
1) Digestão



2) Neutralização e destilação a vapor



3) Titulação do ácido bórico



4.3 Resultados das análises

Na etapa de comprovação das análises do resíduo em laboratório pôde-se checar que nitrogênio disponível nas duas amostras, a mantida em estufa por 24 horas e à que foi mantida em capela por uma semana, tiveram os mesmos os resultados de 31,49% de nitrogênio disponível.

Podendo, com a comprovação de que os níveis de nitrogênio obtido nas análises são satisfatórios, pode-se dar continuarmos a pesquisa, sendo que

para tanto haveria a necessidade de submeter as amostras para testes em entidades externas.

Porém para comprovar as análises realizadas internamente foram enviadas amostras para dois institutos de pesquisa para que laudos fossem produzidos: foram eles a Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) e o Instituto Agronômico de Campinas (IAC).

Os resultados, de acordo com o laudo produzido pela ESALQ especificamente pelo seu departamento de ciência do solo e laboratório de microbiologia do solo, que realizou análises das amostras coletadas e enviadas dos seguintes produtos.

- Resina U/F pastosa
- Resina U/F líquida (pó)

As análises de condução de ensaios respirométrico do solo para avaliar a biodegradabilidade de resíduos orgânicos, tais como:

- Eficiência de biodegradação (%) = 10.92
- Período de incubação do resíduo (Dias) = 60


Para amostra de resina pastosa foi observado que para degradação acima de 100% indica o consumo de Matéria Orgânica do Solo.

Desta forma, de acordo com as análises obtidas pelos laudos oferecidos pelas entidades ESALQ e IAC, ficou claro o potencial e as possibilidades para a destinação dos resíduos da produção de resina para o processo de compostagem já disponível na empresa.


Com os dados que comprovaram em detalhes as análises fornecidas pelo IAC especificamente no Centro de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) de Solos e Recursos Ambientais Laboratório de Fertilizantes e Resíduos que também analisou as amostras enviadas, foi possível a comprovação das características do resíduo, sob aspectos legais, sua eficiência agrônômica e a viabilidade de uso em solo agricultável, ou seja, se havia ou não a capacidade de utilização da resina no processo de compostagem.

Cópia do laudo do IAC segue apresentado na Figura 11 a seguir:

Figura 11: Laudo Comprobatório



INSTITUTO AGRONÔMICO
Centro de P&D de Solos e Recursos Ambientais
Laboratório de Fertilizantes e Resíduos
Av. Barão de Itapura, 1481 CEP13020-902 Campinas, SP
Fone (019) 2137-0646 FAX (019) 2137-0712



No. 2008/14

BOLETIM DE ANÁLISE

Dados do Interessado:
 Contato: Priscila Serralvo
 Fone: 14 3262-8125 e-mail: priscila.serralvo@duratex.com.br
 Duratex S/A
 CNPJ: 97.837.181/019-76
 Rod. Marechal Rondon, Km 323
 Agudos- SP CEP 17120-000

Dados da amostra:
 Identificação do interessado: Resina Pastosa
 Data da coleta: não informada Origem da amostra: não informada
 Amostra(s) recebida(s) em: 14/10/14 Data da entrada em análise: 15/10/14
 Amostra coletada: pelo interessado

RESULTADOS ANALÍTICOS

Identificação do interessado:	2314/14		Data do
Identificação do laboratório:	Unidade ⁽¹⁾	Resultado	ensaio
Alumínio	mg de Al/kg	1671	27/10/14
Boro	mg de B/kg	6,4	27/10/14
Cádmio	mg de Cd/kg	0,6	27/10/14
Cálcio	g de Ca/kg	16,3	27/10/14
Chumbo	mg de Pb/kg	2,8	27/10/14
Cobre	mg de Cu/kg	153	27/10/14
Cromo	mg de Cr/kg	8,3	27/10/14
Enxofre	g de S/kg	2,2	27/10/14
Ferro	mg de Fe/kg	1090	27/10/14
Fósforo	g de P/kg	1,7	27/10/14
Magnésio	g de Mg/kg	1,1	27/10/14
Manganês	mg de Mn/kg	71,3	27/10/14
Molibdênio	mg de Mo/kg	<0,9 ⁽²⁾	27/10/14
Níquel	mg de Ni/kg	<2,4 ⁽²⁾	27/10/14
Zinco	mg de Zn/kg	418	27/10/14

LEGENDAS
 (1) Resultados expressos na amostra em base seca.
 (2) Não quantificado, concentrações menores do que o limite de quantificação.

INSTITUTO AGRONÔMICO

MÉTODO DE ENSAIO
 Este boletim de análises só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.
 Os resultados desta análise referem-se tão somente à amostra encaminhada.

Fonte: Instituto Agrônômico (2014).

De acordo com o laudo (Anexos I e II) também foi comprovada a viabilidade técnica do processo de destinação dos resíduos gerados do processo de fabricação de resinas U/F; M/F ao processo de compostagem, segundo a ESALQ, podendo, contudo, contribuir para uma possível solução da problemática que envolve a gestão dos resíduos e sua destinação final, pois atualmente é destinada a aterros gerando um custo á empresa que se mantém corresponsável pela destinação do mesmo enquanto o aterro existir.

Foi possível apurar após as análises internas e de posse dos laudos externos anteriormente citados que as amostras dispõem de teor de nitrogênio suficiente para que possa ser absorvido no processo de compostagem, tornando-se uma opção viável para empresa, pois além de obter um subproduto que poderá ser consumido internamente, reduzirá seus custos com a interrupção do envio dos resíduos para aterros controlados.

5. CONCLUSÃO

Com proposto para estudo da problemática da gestão dos resíduos foram analisadas as diversas propriedades do resíduo, por se tratar de um polímero que tem grande aplicação no processo de fabricação do MDF, pode se explorar os objetivos anteriormente abordados para o cenário da empresa.

Dentro do contexto dos 3R's pôde-se, contudo, analisar a aplicabilidade dos conceitos de reciclagem bem como a reutilização dos resíduos gerados na fabricação de resina termofixas à base de formol/ureia, para uma possível destinação ao processo de compostagem pela alta disponibilidade de nitrogênio que há no resíduo analisado.

Diante disto, as hipóteses que foram estabelecidas para este projeto de pesquisa e que ao longo do trabalho foram testadas na busca de serem ou não confirmadas ao final foram positivas.

Portanto, podemos dizer que a referida pesquisa corrobora para uma tratativa de um resíduo que hoje é visto como um desafio para os gestores das áreas da qualidade das organizações, e que pode representar um diferencial competitivo ao seu negócio perante o mercado.

Embora não tenha sido avançado neste trabalho, pois aqui pretendeu-se apenas demonstrar a viabilidade técnica para o resíduo, a sequência do projeto determina que a próxima etapa a ser estudada seria a de como e em que proporções esse resíduo pode ser aplicado no processo posterior. Com a realização de testes práticos em escala com volumes e locais controlados.

REFERÊNCIAS

- AAKER, D. **Developing Business Strategy**. Nova York: John Wiley & Sons, 2015.
- ANSOFF, I. E MCDONNELL, E. **Implanting Strategic Management**. Londres: Prentice Hall International. Smith, 1990.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004: Resíduos sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio**. Tradução técnica: Ricardo Bicca de Alencastro. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- BEZERRA. P.R.S. et al. **Produção mais limpa: Um estudo de caso em uma fábrica de cadernos localizada na cidade de Campina Grande–PB**. (2018). In Livro Sustentabilidade e Responsabilidade Social em Foco. Volume 11. Belo Horizonte: Poisson, 2018.
- BRAGA, B. et al. **Introdução à engenharia ambiental**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.
- BRASIL. Lei nº. 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>>. Acesso em: 30 nov. 2018.
- Companhia Ambiental Do Estado De São Paulo. (CETESB). **Resíduos Sólidos Industriais**. (2018). Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/residuossolidos/residuos-solidos/residuos-industriais/introducao-residuos-industriais/>>. Acesso em: 26 nov.2018.
- COSTA, N. C.P; LOPES. A.B e JUNIOR, J.S.F. **Aplicação das técnicas e ferramentas de produção mais limpa em uma indústria moveleira de Passos/MG**. In Livro Sustentabilidade e Responsabilidade Social em Foco. Volume 11. Belo Horizonte: Poisson, 2018.
- DE PAOLI, M.A. **Degradação e Estabilização de Polímeros**. 2º versão on-line (revisada). (2008). Disponível em: < <http://www.chemkeys.com/blog/wp-content/uploads/2008/09/polimeros.pdf>>. Acesso em: 30 nov.2018.
- INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER (INCA). **Causas e Prevenção – Formol**. Disponível em: <<https://www.inca.gov.br/exposicao-no-trabalho-e-no-ambiente/solventes/formol>>. Acesso em: 16 nov.2018.
- KATSUKAKE, A. Uma revisão Sobre Resina Uréia-Formaldeído (R-UF) empregada na produção de Painéis de Madeira Reconstituída. 2009. 61F. Monografia de Conclusão de Curso – UNESP- FC, Bauru.

LAKATOS, E.M.; MARCONI. **Metodologia do Trabalho científico**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

MARCONI, M.de A.; LAKATOS, E.M. **Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

_____. **Técnicas de Pesquisa**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

PEREIRA, G. R.; SANT'ANNA, F. S. P. Uma análise da produção mais limpa no Brasil. In **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, nº2 4. Junho de 2012

PIRES, A.M.M.; MATTIAZZO, M.E. Avaliação da Viabilidade do Uso de Resíduos na Agricultura. (2008). **In** Circular Técnica 19 – EMBRAPA. Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br/download/circular_19.pdf>. Acesso em: 16 nov.2018.

SILVA, J.E.E. Estudo da Influencia das Resinas Termofixas Uréia Formaldeído (UF) e Melamina Formaldeído (MF) nas características físicas e mecânicas de painéis de MDF. (2013).

SPADOTTO, C.A.; RIBEIRO, W.C. **Gestão de resíduos na agricultura e agroindústria**. Botucatu: FEPAF, 2006

VASCONCELLOS, E. **Gerenciamento da Tecnologia**: Um instrumento para a competitividade empresarial: 1 ed. São Paulo: Blucher, 1992.

MANSUR, M.T.C. et al. São Paulo (Estado) Secretaria do Meio Ambiente **Resíduos Sólidos / Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Coordenadoria de Planejamento Ambiental**. São Paulo: SMA, 2010.

ANEXO I – Laudo 1 – ESALQ

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ" DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DO SOLO LABORATÓRIO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO				
RESULTADO DE ANÁLISE : Análise de condução de ensaio respirométrico do solo para avaliar a biodegradabilidade de resíduos orgânicos.				
CLIENTE: DURATEX S/A LOCAL : AGUDOS/SP				
Amostra				
Nº Lab.	Identificação da Amostra	Data da Coleta	Data de Entrada no Lab.	Condição da Amostra
AM.250	RESINA PASTOSA		07/11/2014	temp ambiente
Obs: Amostragem realizada pelo cliente.				
Eficiência de biodegradação (%) = 10,92 Período de incubação do resíduo (Dias) = 60 Obs: Degradabilidade acima de 100% indica consumo de Matéria Orgânica do Solo				
<p style="text-align: center;">Somatório da porcentagem de eficiência de biodegradação</p>				
Data de Emissão: 13/01/2015				
<p style="text-align: center;">Prof.º Dr.º Fernando Dini Andreote Responsável</p>				
Metodologia Respirometria: Anderson, J. P. E. Soil Respiration. In: Page, A. L.; Miller, R. H.; Keeney, D. R. (eds.) Methods of Soil Analysis, part 2, 2ª ed. ASA/SSSA, Madison, Wis, p. 837-871. (Agronomy Monograph N. 7), 1962 Classificação do solo utilizado na condução da análise de % de biodegradabilidade: Resíduo incubado em Nitossolo Vermelho Eutroférico típico de textura argilosa A moderado (Teor original da matéria orgânica do solo - 3%) Carbono Orgânico do Resíduo: Fornecida pelo cliente.				
OBS.1: Os resultados anexos referem-se exclusivamente à análise em amostras entregues ao Laboratório de Microbiologia do Solo junto ao Departamento de Ciência do Solo - ESALQ/USP.				
OBS.2: Fica o cliente notificado que o uso do nome da ESALQ e da USP e a reprodução deste resultado de análise somente podem ser feitos sob prévia autorização.				
OBS.3: O conteúdo e as conclusões aqui apresentados são de responsabilidade exclusiva do(s) autor(es) e não representam a opinião da Universidade de São Paulo nem a comprometem.				
Coordenadores do Laboratório de Microbiologia do Solo: Prof.º Dr.º Fernando Dini Andreote Profa. Dra. Elke J. B. N. Cardoso				
Técnicos: Denise de Lourdes C. Mescolotti e-mail: dcmesco@usp.br Luis Fernando Baldesin e-mail: lfbaldes@usp.br				

ANEXO II – Laudo 2 – ESALQ

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO ESCALQ ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ" DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DO SOLO LABORATÓRIO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO				
RESULTADO DE ANÁLISE :				
Análise de condução de ensaio respirométrico do solo para avaliar a biodegradabilidade de resíduos orgânicos.				
CLIENTE: DURATEX S/A				
LOCAL : AGUDOS S/P				
Amostra				
Nº Lab.	Identificação da Amostra	Data da Coleta	Data de Entrada no Lab.	Condição da Amostra
AM. 251	RESINA LIQUIDA (PÓ)		07/11/2014	temp. ambiente
Obs: Amostragem realizada pelo cliente.				
Eficiência de biodegradação (%) = 21,00				
Período de incubação do resíduo (Dias) = 60				
Obs: Degradabilidade acima de 100% indica consumo de Matéria Orgânica do Solo				
<p style="text-align: center;">Somatório da porcentagem de eficiência de biodegradação</p>				
Data de Emissão: 13/01/2015				
<p style="text-align: center;">Profº Drº Fernando Dini Andreote Responsável</p>				
Metodologia				
Respostória: Anderson, J. P. E. Soil Respiration. In: Page, A. L., Miller, R. H.; Keeney, D. R. (eds.) Methods of Soil Analysis, part 2, 2ª ed. ASA/SSA, Madison, Wis, p. 637-671. (Agronomy Monograph N. 7), 1982				
Classificação do solo utilizado na condução da análise de % de biodegradabilidade: Resíduo incubado em Nitossolo Vermelho Eutroférico típico de textura argilosa A moderado (Teor original da matéria orgânica do solo - 3%)				
Carbono Orgânico do Resíduo: Fornecida pelo cliente.				
OBS.1: Os resultados anexos referem-se exclusivamente à análise em amostras entregues ao Laboratório de Microbiologia do Solo junto ao Departamento de Ciência do Solo - ESALQ/USP.				
OBS.2: Fica o cliente notificado que o uso do nome da ESALQ e da USP e a reprodução deste resultado de análise somente podem ser feitos sob prévia autorização.				
OBS.3: O conteúdo e as conclusões aqui apresentados são de responsabilidade exclusiva do(s) autor(es) e não representam a opinião da Universidade de São Paulo nem a comprometem.				
Coordenadoras do Laboratório de Microbiologia do Solo:				
Profª Drª Fernando Dini Andreote				
Profª. Dra. Elze J. B. N. Cardoso				
Técnicos:				
Denise de Lourdes C. Mescolatti e-mail dmesco@usp.br				
Luis Fernando Baltesin e-mail lfbaltes@usp.br				

LOGISTICA REVERSA DO ÓLEO AUTOMOTIVO: UM ESTUDO COM ENFOQUE AMBIENTAL ECONÔMICO

Cauê Andreotti Barreto (1);

Valdemir Rodrigo Machado (2);

Mariana Bormio Falcão (3);

(1) Faculdade de Agudos - FAAG, graduando Engenharia de Produção

e-mail: caue.barreto@hotmail.com

(2) Faculdade de Agudos - FAAG, graduando Engenharia de Produção

e-mail: vlademir.mac@hotmail.com

(3) Faculdade de Agudos - FAAG, Pós-doutorado

e-mail: mariana.bormio@faag.com.br

RESUMO

O presente trabalho apresenta um estudo desenvolvido, tendo como objetivo constatar que a prática a logística reversa do óleo automotivo interfere não somente na diminuição do impacto ambiental, pelo descarte correto do resíduo, mas também no econômico, ao se tornar fonte de renda extra para a empresa. Para tanto, foram definidas etapas de pesquisa que iniciaram por uma ampla revisão bibliográfica a respeito do tema, considerando as palavras chaves óleo combustível, logística reversa, gestão econômica e gestão financeira; seguido de um estudo de caso de caráter quantitativo – exploratório que forneceu subsídios para desenvolvimento de uma proposta de equipamento de coleta do resíduo em questão. A empresa em foco do estudo está localizada na cidade de Agudos, interior do estado de São Paulo, Brasil, e atua no ramo automotivo (manutenção preventiva e corretiva). Os resultados

demonstram que depois de implantado o sistema de logística reversa de coleta do óleo automotivo pelo descarte correto, a empresa obteve lucro financeiro ao vendê-lo para empresas especializadas na reciclagem deste produto, além do fato de não ocasionar mais nenhum impacto ambiental.

Palavras-chave: Óleo Automotivo. Logística reversa. Gestão econômica. Gestão Ambiental.

ABSTRACT

The present work presents a study developed, aiming the practice the reverse logistics of automotive oil interferes not only in reducing the environmental impact, by the correct disposal of waste, but also in the economic become a source of extra income for the company. To this end, steps were defined research that began by a wide bibliographical review about the theme, considering the key words fuel oil, reverse logistics, economic management and financial management; followed by a case study of quantitative character – which provided subsidies for exploratory development of a proposed waste collection equipment in question. The company focus of study is located in the city of Agudos, interior of the State of São Paulo, Brazil, and operates in the automotive branch (preventive and corrective maintenance). The results show that once deployed the reverse logistics system of automotive oil collection by correct disposal, the company obtained financial profit by selling it to companies specializing in the recycling of this product, besides the fact I don't cause more no environmental impact.

Keywords: Automotive Oil. Reverse logistics. Economic management. Environmental Management.

1. INTRODUÇÃO

A sociedade contemporânea e seus avanços tecnológicos além de prosperidade trouxeram também alguns problemas como, por exemplo, o acúmulo de resíduos gerado e a conseqüente preocupação de como está sendo feito esse descarte, pois uma vez feito de maneira incorreta ocasiona pode ocasionar sérios impactos ambientais.

Neste contexto, cita-se a Logística Reversa, como alternativa, pois está relacionada á operações de reutilização de produtos e materiais, a fim de assegurar uma recuperação sustentável, sem agressão ao meio ambiente. De acordo com Lacerda (2002), a logística reversa tem como objetivo recapturar valor ou realizar um descarte adequado. Ou seja, pode-se dizer que, dentro do contexto empresarial, a empresa além de contribuir positivamente com o meio ambiente, adotando a gestão ambiental, corrigindo os danos e reduzindo os impactos ao meio ambiente, pode lucrar.

Este trabalho relata uma pesquisa que teve por objetivo constatar que a prática a logística reversa do óleo automotivo interfere não somente na diminuição do impacto

ambiental, pelo descarte correto do resíduo, mas também econômico, ao se tornar fonte de renda extra para a empresa.

Primeiramente foi desenvolvido uma ampla revisão bibliográfica a respeito do tema, considerando as palavras-chaves óleo combustível, logística reversa, gestão econômica e gestão financeira. Em seguida, foi realizado um estudo de caso de caráter quantitativo – exploratório que forneceu subsídios para desenvolvimento de uma proposta de equipamento de coleta do resíduo em questão, em uma empresa em estudo localizada na cidade de Agudos, interior do estado de São Paulo, Brasil, e atua no ramo automotivo (manutenção preventiva e corretiva). A partir dos resultados obtidos, verificou-se que a implementação da logística reversa trouxe benefícios à empresa, gerando lucro com resíduo que outrora era inutilizável, vendendo para empresas especializadas na reciclagem do produto, contribuindo também com o meio ambiente.

2. RESÍDUOS

A definição de resíduo adotada pela União Europeia, segundo a Directiva 2006/12/CE (DIRECTIVA, 2006), é que são produtos ou materiais que o possessor se desfaz ou tem a intenção ou obrigação de se desfazer. Ainda existem conceitos negativos a cerca dos resíduos, sendo consideradas como materiais que não possuem qualquer tipo de valor. Nesta perspectiva, os resíduos representam apenas um custo, um material poluente que necessita de ser convenientemente tratado.

No entanto, conforme expõem Martins (2011), apesar desta visão menos positiva, existe cada vez mais uma concepção do problema, em que os resíduos são encarados como matérias-primas, substâncias que podem ser aproveitadas e valorizadas por várias atividades econômicas.

Abordando o contexto da empresa automotiva, Martins (2011, p.6) considera que os “veículos tem elevado índice de metais e polímeros na sua estrutura, e que, apesar de em média setenta e cinco por cento de seu peso ser composto por materiais que são altamente recicláveis”, contém uma variedade enorme de substâncias, incluindo algumas perigosas, pouco é reciclado, reutilizado ou recuperado. A autora complementa considerando que se trata de um problema muito grave pela periculosidade que representa.

Como exemplo cita o pneu, constituído basicamente por borracha e materiais de reforço utilizados para rodagem em veículos, que não se decompõe naturalmente e quando queimado, liberta gases poluentes. A queima dos pneus também representa uma ameaça de contaminação para o solo e lençóis freáticos, uma vez que os produtos químicos tóxicos e os metais pesados libertados podem durar até cem anos no ambiente (RECICLAPINI, 2010 e SUGIMOTO, 2004).

A respeito do óleo, objeto de estudo desta pesquisa, Apromac (2008) cita que é um produto cuja função principal é reduzir o atrito e o desgaste entre partes móveis de um objeto, além das funções do lubrificante, dependendo de sua aplicação, a refrigeração e a limpeza das partes móveis, a transmissão de força mecânica, a vedação, isolamento e proteção do conjunto ou de componentes específicos. Sohn (2007) esclarece que o

óleo lubrificante é um produto elaborado para cumprir a função principal de reduzir o atrito e o desgaste entre partes móveis de um objeto.

Conforme o Manual de procedimentos para fiscalização das atividades relacionadas a óleos lubrificantes usados ou contaminados (SOHN, 2007), o óleo lubrificante usado teve sua utilização normal em motores, exercendo a sua função de lubrificar, enquanto o óleo contaminado é aquele que contém impurezas provenientes da negligência no manuseamento. Fontenelle (2007) complementa esclarecendo que o óleo queimado é na verdade um resíduo perigoso, tóxico e altamente poluidor.

Para Apromac (2008) o óleo lubrificante usado ou contaminado é um resíduo que possui em composição cerca de 80 a 85% de óleo básico. Devido a esse fato, vários processos tecnológicos chamados de rerrefino ou regeneração, são capazes de extrair desse resíduo essa importante matéria-prima, com a mesma qualidade do produto de primeiro refino, ou seja, é um produto reciclável.

Os óleos lubrificantes usados ou contaminados (Oluc), vulgarmente conhecido como “óleo queimado”, são considerados um resíduo tóxico persistente e perigoso não só para o meio ambiente, como também para a saúde humana. São cancerígenos e provocam, entre outros problemas de saúde, a má-formação dos fetos. A prática tecnicamente recomendada para evitar a contaminação química é o envio do resíduo para a regeneração e recuperação por meio do processo industrial chamado de rerrefino/regeneração (SOHN, 2007).

Segundo o Manual Gerenciamento de óleos lubrificantes usados ou contaminantes, (SOHN,2007), apesar de sua importância estratégica e econômica, é importante não esquecer que os óleos lubrificantes usados ou contaminados são resíduos perigosos e têm que ser corretamente manuseados, armazenados e destinados, a fim de que a saúde dos trabalhadores diretamente ligados a sua manipulação, a saúde da população e o meio ambiente não sofram danos. Um óleo lubrificante novo é, em si, um produto com certo grau de perigo que aconselha uma manipulação cuidadosa porque, além de ser feito basicamente a partir do petróleo, geralmente contém diversos tipos de aditivos que em altas concentrações são tóxicos.

De acordo com Apromac (2008) o óleo lubrificante usado ou contaminado, além de carregar essa carga original de perigo, recebe um reforço extra em sua toxicidade porque os seus componentes, ao sofrerem degradação, geram compostos mais perigosos para a saúde e o ambiente, tais como dioxinas, ácidos orgânicos, cetonas e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos. Além disso, o óleo lubrificante usado ou contaminado contém diversos elementos tóxicos (por exemplo cromo, cádmio, chumbo e arsênio), oriundos da fórmula original e absorvidos do próprio motor ou equipamento. Esses contaminantes são em sua maioria bio acumulativos (ficam no organismo) e causam diversos problemas graves de saúde.

2.1 OS EFEITOS DO ÓLEO DESCARTADO INCORRETAMENTE

Os óleos lubrificantes usados (OLU) têm gerado sérios problemas ao meio ambiente por consequência do seu descarte errôneo que polui o ar, o solo, além de outros problemas ambientais, econômicos e sociais (JOANICO e PAGANI, 2008). Tal fato deve-se, de acordo com Apromac (2008) por esse material ser rico em metais pesados, ácidos orgânicos, hidrocarbonetos policíclicos aromáticos e dioxinas, que são substâncias altamente poluentes. Cabe destacar ainda, segundo o autor, que um litro de óleo lubrificante usado pode contaminar um milhão de litros de água. Mil litros deste óleo podem destruir uma estação de tratamento de água para 50 mil habitantes.

Diante desses fatos, há uma grande necessidade de gestão adequada de óleos lubrificantes no Brasil, no qual foi recentemente reforçada pela Lei de número 12.305, que institui a Política Nacional de Resíduos sólidos (PNRS) (BRASIL, 2010) que, estabelece a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto e a logística reversa.

O excesso na produção de resíduos e seu destino incorreto, têm trazido grande preocupação para a sociedade. Com isso, crescem as exigências para a busca de alternativas para minimizar os impactos ambientais dos descartes inadequados. Segundo os autores *Ilhae Godeke* (2015, p.2) “Nos últimos anos, por melhorias nas rendas e incentivos governamentais, como reduções na carga tributária, foi ampliada a comercialização de bens de consumo durável, entre eles os veículos automotores. Com isso, vem aumentando o número de automóveis e motocicletas em circulação nas cidades brasileiras, fazendo com que o consumo de óleo lubrificante, item de substituição periódica obrigatória, apresentasse incrementos proporcionais” (ILHA, GODECKE, 2015, p. 2).

O óleo lubrificante usado ou contaminado por ser um resíduo de característica tóxica e persistente, sendo perigoso para o meio ambiente e para a saúde humana, deve ser gerenciado de forma adequada, a fim de evitar esses malefícios.

2.2 OS BENEFÍCIOS DO DESCARTE CORRETO DO ÓLEO AUTOMOTIVO

Além do benefício ambiental e para saúde humana, o processo de rerrefino também oferece vantagens econômicas, pois quando coletados e encaminhados corretamente à reciclagem. A prática tecnicamente recomendada para evitar a contaminação ambiental estabelecida pela Resolução Conama nº 362/2005 — é o envio do óleo lubrificante usado para reciclagem e recuperação de seus componentes úteis por meio de um processo industrial conhecido como rerrefino.

Por meio do processo de rerrefino, os OLUCs são transformados novamente em óleo lubrificante, numa proporção de 75% a 80% de aproveitamento. Para Carreiro e Belmiro (2006), o óleo representa um recurso mineral valioso e possibilitam a geração de importante parcela de óleos básicos, destinados à formulação de lubrificantes acabados essenciais para a operação de maquinário de diversos segmentos industriais.

A Resolução Conama nº 362/2005 (BRASIL, 2005 p.1) trata do recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado: “Art. 1º: Todo óleo lubrificante usado ou contaminado deverá ser recolhido, coletado e ter destinação final,

de modo que não afete negativamente o meio ambiente e propicie a máxima recuperação dos constituintes nele contidos, na forma prevista nesta Resolução” .

O produtor e o importador de óleo lubrificante devem coletar e dar destinação final ao óleo lubrificante usado ou contaminado, respeitando a proporção do óleo lubrificante acabado que colocarem no mercado.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei 12.305/2010, no seu artigo 33º, determina que os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens, são obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

Segundo o conselho nacional do meio ambiente (BRASIL, 2005) cada envolvido tem obrigações, cabe ao produtor garantir mensalmente, a coleta do óleo lubrificante usado ou contaminado, no volume mínimo fixado pelos ministérios do Meio Ambiente e de Minas e Energia, que será calculado com base no volume médio de venda dos óleos lubrificantes acabados, verificado no trimestre civil anterior.

O revendedor tem que dispor de instalações adequadas devidamente licenciadas pelo órgão ambiental competente para a substituição do óleo usado ou contaminado e seu recolhimento de forma segura, em lugar acessível à coleta, utilizando recipientes propícios e resistentes a vazamentos, de modo a não contaminar o meio ambiente.

O gerador deve adotar medidas necessárias para evitar que o óleo lubrificante usado ou contaminado venha a ser misturado com produtos químicos, combustíveis, solventes, água e outras substâncias, evitando a inviabilização da reciclagem.

Já as obrigações do coletor é de firmar contrato de coleta com um ou mais produtores ou importadores com a intermediação de um ou mais rerrefinadores, ou responsável por destinação ambiental adequada, para os quais necessariamente deverá entregar todo o óleo usado ou contaminado que coletar.

O rerrefinador tem como obrigação de manter atualizados e disponíveis para fins de fiscalização os registros de emissão de Certificados de Recebimento, bem como outros documentos legais exigíveis, pelo prazo de cinco anos e prestar ao Ibama e, quando solicitado, ao órgão estadual do meio ambiente, até o 15º do mês subsequente a cada trimestre do ano civil, informações mensais relativas: a) ao volume de óleos lubrificantes usados ou contaminados recebidos por coletor; b) ao volume de óleo lubrificante básico rerrefinado produzido e comercializado por produtor/importador.

3 LOGÍSTICA REVERSA

A logística reversa pode ser definida segundo Pereira (2010) como a parte da logística que tem como objetivo o fluxo direto e reverso dos produtos. Através dela, percebemos que o ciclo reverso tem início a partir de resíduos do processo produtivo ou do consumo de clientes, e podem ir para descarte ou voltar para o ciclo do produto.

Para Rogers e Tibben-Lembke (1999) a logística reversa é o processo de planejamento, implementação e controle do fluxo eficiente e de baixo custo de matérias primas, estoque em processo, produto acabado e informações relacionadas, desde o ponto de consumo até o ponto de origem, com o propósito de recuperação de valor ou descarte apropriado para coleta e tratamento de lixo.

De acordo com *Lacerda* (2002, p.02) Logística reversa é o processo de planejamento, implementação e controle do fluxo de matérias-primas, estoque em processo e produtos acabados, do ponto de consumo até o ponto de origem, com o objetivo de recapturar valor ou realizar um descarte adequado (LACERDA, 2002, p.02).

Segundo Matos (2011), logística reversa, significatodas as operações relacionadas com a reutilização de produtos e materiais, ligada aatividades logísticas de coletar, desmontar e processar produtos e/ou materiais e peças usados a fim de assegurar uma recuperação sustentável e amigável ao meio ambiente. Como procedimento logístico, diz respeito ao fluxo de materiais que voltam à empresa por algum motivo (devoluções de clientes, retorno de embalagens, retorno de produtos e/ou materiais para atender à legislação). Como é uma área que normalmente não envolve lucro (ao contrário, apenas custos), muitas empresas não lhe dão a mesma atenção que ao fluxo de saída normal de produtos. Mesmo a literatura técnica sobre logística só agora começa a se preocupar com o tema.

4 GESTÃO ECONÔMICA X GESTÃO AMBIENTAL

Toda organização é constituída e se desenvolve a partir de decisões que, no seu conjunto, singularizam a sua identidade e determinam cada uma de suas opções.

Num ambiente econômico caracterizado pela escassez de recursos, são as decisões, tomadas em todos os níveis da organização, que determinam ou não a utilização adequada de tais recursos para a consecução dos seus objetivos. É, portanto, nas decisões e nas ações desencadeadas pela empresa, que reside a chave para a obtenção da eficácia da organização - o grau para atingir o seu objetivo.

As decisões na empresa são influenciadas por diversas variáveis, entre as quaisse incluem os valores próprios de cada gestor, Como afirma Lemes (1996, p. 74).

“As pessoas no seu dia-a-dia ou em situações especiais tomam decisões diferentes umas das outras. Mesmo diante de um mesmo problema. de alternativas idênticas em cenários iguais, às opções recairão sobre caminhos, se não opostos. pelo menos bem diferenciados. Isso ocorre porque cada pessoa percebe a realidade de uma forma específica. reflexo de um quadro de referências resultantes de suas experiências de vida, além da influência dos aspectos culturais, crenças e valores, formação intelectual, informação acumulada. convívio com grupos sociais etc” (LEME, 1996, p.74).

Por outro lado,segundo Almeida (1996, p.11) a obtenção da eficácia está condicionada ao direcionamento integrado das decisões tomadas pelos diversos gestores, convergindo para os objetivos da organização. Deste contexto, surge a necessidade de

gestores adotarem instrumentos que os apoie na escolha da melhor alternativa de ação, no que tange o processo de tomada de decisão da empresa.

De acordo com Valle (2000) denomina-se gestão ambiental ou gestão do meio ambiente como o conjunto de atividades que dirigem o manejo integral do sistema ambiental, com a finalidade de minimizar e controlar os impactos vindos das operações de um empreendimento sobre o meio ambiente.

Em outro sentido, Ferreira (2003) afirma que a gestão ambiental deve ser incluída em qualquer premissa organizacional, estabelecendo seus limites de responsabilidades e autoridades, seguindo os princípios e valores sociais, tendo em vista que a capacidade econômica e financeira não deve ser o único objetivo da empresa, mas também ações voltadas para a preservação ambiental.

Agindo desta maneira a organização terá a possibilidade de diminuir e evitar possíveis problemas ambientais e trazer inúmeros benefícios tanto economicamente quanto socialmente. Para Bueno (2009) a gestão ambiental empresarial está voltada para organizações e, segundo pode ser definida como um conjunto de políticas, programas e práticas administrativas e operacionais que levam em conta a saúde e a segurança das pessoas e a proteção do meio ambiente através da eliminação ou minimização de impactos e danos ambientais decorrentes do planejamento, implantação, operação, ampliação, realocação ou desativação de empreendimentos ou atividades, incluindo-se todas as fases do ciclo de vida de um produto.

O autor afirma ainda que o maior objetivo da gestão ambiental é a busca permanente de melhoria da qualidade dos serviços, produtos e ambiente de trabalho de qualquer organização pública ou privada. Portanto, segundo Danaire (2009), a empresa deve reconhecer que sua responsabilidade vai muito além que a responsabilidade com seus clientes, uma vez que o sentido de responsabilidade social por parte da empresa fundamenta-se na liberdade que a sociedade concede à empresa para existir.

5 OBJETIVOS

5.1 Objetivo Geral

Este trabalho relata um estudo desenvolvido tendo por objetivo constatar que a adoção de práticas de logística reversa do resíduo - óleo automotivo resulta não somente em ações que tangem os aspectos de gestão ambiental, mas também, econômico, uma vez que se torna uma fonte de renda extra para a empresa.

5.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos desta pesquisa foram:

- ✓ Exploratório: realizar pesquisa bibliográfica para obtenção de embasamento teórico a respeito do tema;
- ✓ Identificar a maneira como uma empresa do ramo automotivo realizava o descarte do resíduo – óleo automotivo;

- ✓ Analisar os impactos ambientais e econômicos resultantes da maneira como o descarte era feito;
- ✓ A partir dos resultados obtidos, caso seja entendido como necessário, desenvolver uma proposta de coletor de resíduo para descarte;
- ✓ Fazer um comparativo entre o quadro identificado antes e depois da implantação do método proposto.

6 METODOLOGIA

A pesquisa se iniciou por uma ampla revisão bibliográfica a respeito do tema, considerando as palavras-chave: óleo combustível, logística reversa, gestão econômica e gestão financeira.

Em um segundo momento passou-se ao estudo de caso com abordagem quantitativa-exploratória, que identificou e analisou a maneira como a empresa estava realizando o descarte do resíduo – óleo automotivo.

Considerando o panorama observado foi desenvolvida a proposta de um equipamento para coleta do resíduo em questão, que foi implantado.

Foi considerado um período de análise de um ano entre a implantação do equipamento, que possibilitou que a realização da comparação entre as condições encontradas antes e depois da implantação da proposta.

7 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso aqui relatado, foi realizado em uma empresa automotiva, localizada na cidade de Agudos, interior do estado de São Paulo, Brasil. A oficina foi fundada em 2002, oferecendo serviços de manutenção corretiva e preventiva em veículos de motores ciclo Otto (Álcool, gasolina ou flex).

Atualmente a empresa conta com três funcionários, técnicos em manutenção automotiva, com jornada de trabalho semanal de 40 horas. O horário de funcionamento é das 8 às 12h e das 14 às 18 horas de segunda à sexta.

A empresa se destaca por oferecer produtos e serviços diferenciados e de qualidade no setor automotivo, tendo como objetivo atender as expectativas, encontrando soluções que atendam satisfatoriamente a todos os clientes, visando em sua prática o comprometimento, honestidade e confiança.

Na primeira etapa do estudo de caso foi constatado que a empresa não possuía qualquer tipo de gestão de resíduo, seja de cunho ambiental ou econômico, pois o óleo retirado dos automóveis era armazenado sem qualquer tipo de preocupação e doado para empresas que solicitassem. Em muitos casos não havia a certeza de que estas adotassem procedimentos pautados nas normas vigentes, fato esse que não garantia que não haveria impacto ambiental.

Cabe destacar também, que o fato desse procedimento ser feito por doação, não gerava nenhum retorno financeiro para a oficina.

Ao realizar um levantamento a cerca do óleo descartado no ano de 2017, foi identificado que a empresa armazenou cerca de 400 litros de óleo queimado por mês, que ao longo do período totaliza 4800 litros de óleo, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Litros de óleo queimado armazenado no ano de 2017

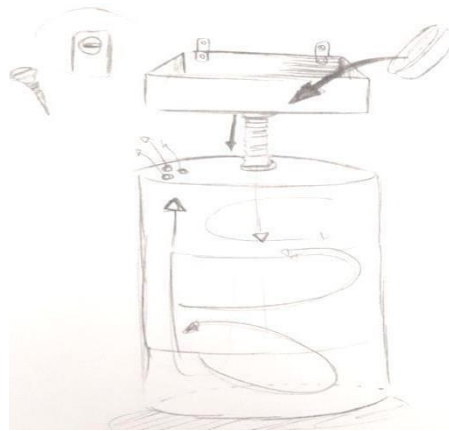
Mês	Litros de óleo	Lucro
Janeiro	380 l	R\$ 0
Fevereiro	405 l	R\$ 0
Março	398 l	R\$ 0
Abril	370 l	R\$ 0
Maiο	404 l	R\$ 0
Junho	388 l	R\$ 0
Julho	390 l	R\$ 0
Agosto	420 l	R\$ 0
Setembro	377 l	R\$ 0
Outubro	390 l	R\$ 0
Novembro	378 l	R\$ 0
Dezembro	500 l	R\$ 0
Total de litros no ano	4800 l por ano	R\$ 0

Fonte: Autores, 2018.

Com base nos resultados obtidos, tendo em vista maximizar o lucro, despertou uma busca para transformar esse óleo queimado inutilizado em lucro para empresa, no qual, foi implementado a logística reversa para solucionar o problema.

Em primeiro momento foi analisada a forma de armazenamento do óleo queimado, no qual, foi constatado que na hora do seu armazenamento em toneis havia um grande derramamento do resíduo no chão da oficina. A partir de então, foi uma proposta de equipamento coletor, que não permitisse desperdícios. A Imagem 1 apresenta o esboço do coletor de óleo

Imagem 1- Esboço corretor de óleo



Fonte: Autores, 2018

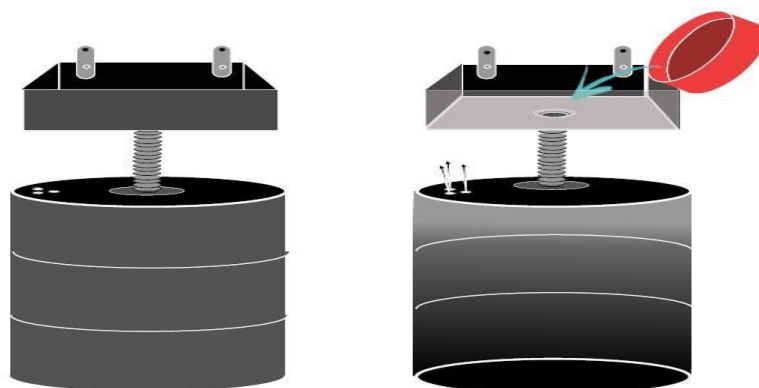
A estrutura do coletor está dividida em três partes principais: o tonel feito de latão, com a capacidade de armazenagem de 200 litros de óleo, que é responsável pelo armazenamento do óleo; a caixa coletora, onde é despejado o óleo, cujo material é de metal e as dimensões 100cm X 50 cm X 30 cm; e a mangueira de plástico, responsável por interligar a caixa coletora ao tonel de armazenagem, com 60 cm de comprimento e 30 centímetros de espessura, como mostra a imagem 2. O custo total do equipamento foi de aproximadamente R\$ 100,00.

Imagem 2 – Projeto coletor de óleo queimado



Fonte: Autores, 2018

Imagem 3 – Projeto coletor de óleo queimado



Fonte: Autores, 2018

Com a nova proposta do coletor de óleo, houve alteração também na forma de encher os toneis, em que outrora ao despejar o óleo no tonel caía cerca de 10 % do resíduo no chão, agora com esse novo formato, que tem um maior espaço para despejar o óleo, não há mais o desperdício do resíduo, obtendo assim maior quantidade de resíduo para venda. A imagem a seguir mostra a mudança física do coletor:

Imagem 4: Coletor de óleo



Fonte: Autores, 2018.

A segunda etapa foi a definição da empresa que o óleo coletado seria vendido. Para isso foi realizado um levantamento na região e definido pela empresa “X”, por ser credenciado pela ANP (Agencia Nacional de Petróleo, Gás natural, Petróleo e biocombustíveis) que realiza desde 1975 um importante trabalho para o desenvolvimento do país e a preservação do meio ambiente com a coleta e o rerrefino de óleo lubrificante usado. O valor pago é de R\$ 150,00 para cada 200 litros de óleo queimado.

A Tabela 2 apresenta os resultados dos quatro primeiros meses após a implantação do projeto. Cabe destacar, que se pode fazer uma projeção considerando os dados obtido anteriormente, e que portanto, mesmo com as perdas do produtos relatadas que ocorriam com o método de coleta antigo, estimasse que ao final de um ano tenha-se um lucro de aproximadamente R\$3000,00. Valor esse que após 1 mês, pagou o investimento para implantação do projeto e torna-se somente lucro.

Tabela 2 - Litros de óleo queimado armazenado no ano de 2018, até o mês de Abril

Mês	Litros de óleo	Lucro
Janeiro	410 l	R\$ 307,50
Fevereiro	450 l	R\$337,50
Março	430 l	R\$322,50
Abril	400 l	R\$ 300,00
Total	1690l	R\$1267,50

Fonte: Autores, 2018

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente estudo, foi desenvolvido e implantado um projeto,cuja finalidade de maximizar o lucro da empresa, através da construção do coletor de óleo, que oportunizou a armazenagem e descarte correto do resíduo, gerando lucro a empresa com a venda do produto.

Através desse estudo desenvolvido, destacando sua relevância, notou-se que através de uma ferramenta alternativa como é a logística reversa, quando implantada corretamente pode trazer inúmeros benefícios para empresa, não somente visando o setor financeiro, mas também ambiental, pois quando temos um produto e conhecemos seu ciclo de vida útil desde sua fabricação ate o seu descarte e cumprimos cada uma dessas fazes de forma correta esse produto de maneira nenhuma prejudica o meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. B. **Estudo de um modelo conceitual de decisão**. aplicado a eventos econômicos, sob a ótica da gestão econômica. São Paulo, Dissertação (Mestrado). Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo. 1996.

APROMAC – **Associação de Proteção ao Meio Ambiente de Cianorte. Gerenciamento de óleos lubrificantes usados ou contaminados**, Senai, Curitiba, 2008.

Brasil. **Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)**. Resolução nº 362, de 23 de junho de 2005. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 27 jun. 2005. Seção 1, p. 128-130.

_____. Lei Federal n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, 2010. Disponível em . Acesso http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/lei12305.htm>em 05 de Abril. 2018.

BUENO, M. **Gestão Ambiental**. Apostila do curso de administração, Cesuc, 2009.

CARRETEIRO, Ronald Pinto; BELMIRO, Pedro Nelson Abicalil. **Lubrificantes & lubrificação industrial**. Rio de Janeiro, RJ: Editora Interciência, 2006.

Diretiva 2006/12/CE — **relativa aos resíduos relevante para os efeitos de equipamentos elétricos e eletrônicos**. Disponível em: <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/ALL/?uri=CELEX:32006L0012> >. Acesso em 20/05/2018.

DONAIRE, D. **Gestão ambiental na empresa**. São Paulo: Atlas, 1995. GREENPEACE BRASIL. Quem somos. Disponível em: <http://www.greenpeace.org/brasil/quemsomos/>. Acesso em 20 de Abril de 2018.

FERREIRA, A. C. S.. **Contabilidade Ambiental: uma informação para o desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Atlas, 2003.

FONTENELLE, T. **Refino: um enfoque ecológico**. Editora: Lubes em Foco, Ano I, n. 2, ago/set, 2007.

ILHA, T. R. A, GODECKE, M.V. **LOGÍSTICA REVERSA DE ÓLEOS LUBRIFICANTES: ESTUDO DO CASO DE PELOTAS**. VI Seminário sobre tecnologia limpas. Porto Alegre. 2015.

JOANICO, Danielle Cristina; PAGANI, Regina Negri. **Logística reversa de polímero de vidro: em busca de conhecimento para a sustentabilidade**. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ADMINISTRAÇÃO, 2008, Ponta Grossa. Anais... Ponta Grossa: ADMPG, 2008. CD-ROM..

LACERDA, L. **Logística Reversa: Uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais**. Centro de Estudos em Logística – COPPEAD, 2002.

LEMES. Sirlei. **Aspectos da gestão econômica na atividade de bovinocultura**.. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1996

Manual de procedimentos para fiscalização das actividades relacionadas a óleos lubrificantes usados ou contaminados. **Resolução Conama n. 362/2005**. IBAMA, Brasília, DF, 2008.

Martins, G.G. **Gestão de resíduos provenientes de Veículos em Fim de Vida** – análise da situação no Brasil e em Portugal. Lisboa, 2011. Disponível <<https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/4180/1/Tese.pdf>> Acessado: 20 de Abril de 2018.

MATOS, A. M. **LOGÍSTICA REVERSA REDUÇÃO DE CUSTOS E ESTRATÉGIAS COMPETITIVAS**.2011

Disponível [HTTP://WWW.ADMINISTRADORES.COM.BR/ARTIGOS/MARKETING/LOGISTICA-REVERSA-REDUCAO-DE-CUSTOS-E-ESTRATEGIAS-COMPETITIVAS/51093/](http://WWW.ADMINISTRADORES.COM.BR/ARTIGOS/MARKETING/LOGISTICA-REVERSA-REDUCAO-DE-CUSTOS-E-ESTRATEGIAS-COMPETITIVAS/51093/) ACESSADO: 15 DE ABRIL 2018.

PEREIRA, P. L. **Logística reversa na Mercedes-Benz – Juiz de Fora Evolução e Oportunidade**. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, MG, 2010.

RECICLAPINI. **Site Oficial**. 2010. Disponível em <http://www.reciclanip.com.br>. Acessado : 10 de Abril de 2018.

Rogers, D.S.; Tibben - Lembke, R. S., **Going backwards – reverse logistics trends and practices**, University of Nevada, Reno – Center for Logistics Management. 1999.

Sohn, H., (Coord.) **Guia Básico: Gerenciamento de Óleos Lubrificantes Usados ou Contaminados**, Senai, São Paulo, 2007.

SUGIMOTO, L. **Tese propõe metodologia para descarte de pneus**. Jornal da *UNICAMP*, Março, SP, 2004.

VALLE, C. E. **Como se prepara para as normas ISO 14000: qualidade ambiental: o desafio de ser competitivo protegendo o meio ambiente**. 3. ed. Atual. São Paulo: Pioneira, 2000.



**LAÍS APARECIDA DE ARRUDA FERREIRA
LUCIANO DE ALMEIDA ANDRADE**

**LOGÍSTICA REVERSA NA PRODUÇÃO DE BATERIAS
(ESTUDO DE CASO)**

**AGUDOS
2018**

**LAÍS APARECIDA DE ARRUDA FERREIRA
LUCIANO DE ALMEIDA ANDRADE**

**LOGÍSTICA REVERSA NA PRODUÇÃO DE BATERIAS
(ESTUDO DE CASO)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de produção da Faculdade de Agudos, como parte dos requisitos para obtenção do título de engenheira sob a orientação do prof. Dr. Euro Marques Jr.

**AGUDOS
2018**

**LAÍS APARECIDA DE ARRUDA FERREIRA
LUCIANO DE ALMEIDA ANDRADE**

**LOGÍSTICA REVERSA NA PRODUÇÃO DE BATERIAS
(ESTUDO DE CASO)**

Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia de produção da Faculdade de Agudos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheira, sob a orientação da prof. Dr. Euro Marques Jr.

Banca Examinadora

Orientador

Professor Convidado

Professor Convidado

**Agudos
2018**

Dedicamos este trabalho aos nossos pais, que muito nos incentivaram e ao nosso professor Dr. Euro Marques Jr. que nos orientou em tudo que precisamos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por nos possibilitar realizar este trabalho, dando conhecimento, força e saúde.

A esta faculdade, ao corpo docente, direção e administração que sempre nos auxiliou e orientou em todas as circunstâncias.

Ao nosso orientador, professor Dr. Euro Marques Jr., pelo suporte, acompanhamento, correções e incentivo no decorrer do semestre.

E a todos que direta e indiretamente fizeram parte da nossa formação.

RESUMO

A logística reversa engloba o fluxo de produtos e resíduos do final para o princípio do processo de produção e ainda o planejamento e controle deste fluxo com o objetivo de dar-lhes a disposição final adequada. O objetivo geral deste estudo foi abordar a logística reversa. Quanto ao método optou-se pelo estudo de caso, além da pesquisa bibliográfica que foi realizada em materiais diversos de meio impresso como livros, revistas especializadas, legislações específicas relacionadas ao meio ambiente e materiais de meio eletrônico. Concluiu-se que as empresas deste ramo devem implementar um programa de logística reversa, apesar dos esforços a serem despendidos, pois além do aspecto legal, existem benefícios ambientais, sociais e econômicos. Toda empresa que deseja hoje conquistar o consumidor precisa demonstrar sua preocupação com o ser humano e o meio ambiente. No caso das baterias automotivas, deve-se ressaltar também que a tendência do setor de produção é de pleno crescimento, já que no cenário contemporâneo a indústria automobilística vem experimentando um processo de crescimento muito grande. Mais carros requerem mais baterias, e, principalmente a implementação de uma logística reversa eficiente e que atenda a todos os interesses.

Palavras- Chave: Baterias Automotivas. Indústria. Logística Reversa. Produção.

ABSTRACT

Reverse logistics encompasses the flow of products and residues from the end to the beginning of the production process and the planning and control of this flow in order to give them the final disposal. The aim of this study was to address the reverse logistics. As to the method chosen by the literature search that was conducted in various materials for printed media such as books, journals, specific laws relating to the environment and materials electronically. It was concluded that firms should implement a reverse logistics program, despite efforts to be spent, it is compensatory, mainly on cost / benefit. Every company today wants to win the consumer needs to demonstrate its concern for human beings and the environment, which are two essential and inalienable heritage. In the case of automotive batteries should also be noted that the tendency of the production sector is booming, as in the contemporary scenario the automotive industry has been experiencing a growth process very large. Most cars require more batteries, and especially the implementation of an efficient reverse logistics and meets all interests.

Keywords: Automotive Batteries. Industry. Reverse Logistics. Production.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo de Vida do Produto	7
Figura 2 - Estágios do Processo de Desenvolvimento de produtos	9
Figura 3 - Componentes de uma bateria automotiva	13
Figura 4 - Logística Reversa: área de atuação e etapas reversas	26
Figura 5 - Representação dos Processos Logísticos Direto e Reverso	27
Figura 6 - Fluxograma logística reversa	29

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. DESENVOLVIMENTO	3
2.1 As organizações	3
2.2 Tipos de organizações	3
2.3 A indústria	4
3. O PRODUTO	5
3.1 Tipos de produtos	5
3.2 Produto Industrial	6
3.3 Ciclo de vida de um produto	7
3.4 Análise do Ciclo de Vida de um produto	8
3.5 Desenvolvimento de produtos	9
3.6 Estratégias de desenvolvimento de produtos	11
3.7 O produto bateria automotiva	12
4. PRODUÇÃO	16
4.1 A função produção	16
4.2 Sistemas de produção	16
4.3 Valor adicionado da produção	17
4.4 Planejamento e Controle da Produção	18
4.5 Desenvolvimento dos processos	19
5. LOGÍSTICA	21
5.1 Fases da logística	23
5.2 A logística reversa	25
5.3 A logística reversa nas indústrias de baterias automotivas	28
6 METODOLOGIA	33
7. ESTUDO DE CASO (Empresa Cral Baterias)	34
7.1 Histórico Breve da Empresa	34
7.2 Aspecto Ambiental	34
7.3 Logística Reversa	36
7.4 Reaproveitamento do Chumbo	37
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
REFERÊNCIAS	42

1. INTRODUÇÃO

A busca por aprimoramento no que tange questões de sustentabilidade tem sido um tema constante. Na tentativa de minimizar o impacto ambiental, muitas alternativas no decorrer dos anos foram criadas para que a sociedade pudesse ter um crescimento sustentável e com capacidade de usar melhor os recursos naturais disponíveis, porém, limitados.

As ferramentas desenvolvidas pelas empresas que tem uma preocupação com o meio ambiente é notória e os esforços são perceptíveis na busca por minimizar os efeitos dos processos produtivos, sem perder sua eficiência e sua visão de um mundo, capaz de um crescimento sustentável, dentro das normas e selos de qualidade que oferecem a todos o equilíbrio almejado pelas empresas que compreendem o seu real papel na sociedade.

O ciclo de vida dos produtos não termina quando são usados e descartados, sendo esta uma questão que se tornou foco no meio empresarial, pois estimula a empresa a se sentir responsável pelo fim da vida útil de seus produtos.

O conceito de vida de um produto, usualmente referido como ciclo de vida, inclui a interação entre diversas etapas. Todas as etapas do produto interagem com o meio provocando impactos ambientais.

Nesse contexto com o desenvolvimento tecnológico os processos produtivos se tornaram mais sofisticados implicando em uma variedade maior de produtos.

Este estudo adquire uma relevância na medida em que cada vez mais se evidencia a necessidade de as organizações darem um destino correto aos seus produtos retornáveis e também aos resíduos de produção. No caso das empresas que fabricam baterias automotivas, o descarte incorreto dos produtos finais na cadeia de produção, em especial a sucata de baterias e sua matéria prima, o chumbo, que está num crescente, devido ao aumento da quantidade de veículos automotivos nas estradas, causa danos à saúde humana e ao meio ambiente.

Este estudo então permitiu ampliar os conhecimentos sobre este ramo da indústria; sobre a logística reversa, permitindo também uma reflexão sobre a responsabilidade socioambiental das empresas e o desafio de conciliar o desenvolvimento com o respeito ao meio ambiente, ou seja, de conseguir efetivar o desenvolvimento sustentável.

O problema de pesquisa ao qual este estudo pretende responder é como as indústrias de baterias efetivam a logística reversa?

Na procura de responder a esta problemática, elaborou-se a hipótese de pesquisa de que a maioria das indústrias de baterias automotivas, até por força da lei e também em decorrência da responsabilidade socioambiental, efetivam a logística reversa, buscando com isso benefícios econômicos e competitividade.

O objetivo geral deste estudo foi abordar a logística reversa nas indústrias de baterias automotivas.

Os objetivos específicos implicam em analisar o conceito de organização e seus tipos em especial a indústria; realizar uma abordagem do produto industrial; ciclo de vida, desenvolvimento de produtos e o produto bateria automotiva; estudar a função produção dando enfoque ao Planejamento e Controle, desenvolvimento de processos; e, por fim, mostrar o que é a logística e a logística reversa mais especificamente nas indústrias de baterias automotivas.

Este estudo é do tipo exploratório, pois segundo Gil (1991, p. 42) “visa proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses”.

Quanto ao método optou-se pela pesquisa bibliográfica que foi realizada em materiais diversos de meio impresso como livros, revistas especializadas, legislações específicas relacionadas ao meio ambiente e materiais de meio eletrônico. Em seguida foi realizado um estudo de caso.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 As organizações

De acordo com Chiavenato (2005, p. 24) "uma organização é um conjunto de pessoas que atuam juntas em uma criteriosa divisão de trabalho para alcançar um propósito comum".

Isso significa que as organizações são sempre entidades sociais já que agregam pessoas que articulam esforços e trabalham de forma conjunta a fim de atingir objetivos que não poderiam ser alcançados de forma isolada.

Chiavenato (2005) apresenta outra definição para organização. "é uma unidade social conscientemente coordenada, composta de duas ou mais pessoas, que funciona de maneira relativamente contínua, com o intuito de atingir um objetivo comum." (CHIAVENATO, 2005, p. 24).

Para Cury (2000, p. 117) "a organização cria um poderoso instrumento social que combina seu pessoal com seus recursos, unindo no mesmo processo dirigentes, especialistas, trabalhadores, máquinas e matérias - primas".

Chiavenato (2005) comenta, porém, que uma organização é mais do que um instrumento destinado a produzir bens ou serviços. É, para muitas pessoas, parte de suas vidas, pois é nelas que o indivíduo passa grande parte de sua existência. complementa que as organizações tem vida própria, não sendo estáticas. Ao contrário, estão em constante movimento, apresentando uma dinâmica própria.

2.2 Tipos de organizações

Há várias classificações das organizações e a mais básica é que há dois tipos de organizações: formais e informais

De acordo com Chiavenato (1999) existem diversos tipos de organização, porém os mais comuns são os tipos tradicional ou linear; funcional e linha-staff.

A respeito da organização linear Cury (2000) cita que entre as características deste tipo de organização está uma direção única; a não valorização da especialização; há uma única fonte de autoridade exercida pela chefia; autoridade e comando verticalizado. "A estrutura linear, é de larga aplicação nas organizações burocráticas e com alto grau de formalismo" (CURY, 2000, p. 329).

A organização funcional conforme Chiavenato (1999) é do tipo que aplica o princípio da especialização das funções e tem como principais características: autoridade funcional ou dividida; linhas diretas de comunicação; descentralização das decisões; e, ênfase na especialização.

Cury (2000) completa que geralmente as organizações do tipo funcional são de natureza industrial.

E quanto ao tipo de organização linha-staff Chiavenato (1999, p.165) enfatiza que “é o resultado da combinação dos tipos de organização linear e funcional, buscando incrementar as vantagens desses dois tipos de organização e reduzir as suas desvantagens”.

2.3 A Indústria

A indústria é o tipo de organização surgida a partir da Revolução Industrial e neste processo este tipo de empreendimento surgiu com a finalidade de transformar matérias-primas diversas em produtos a serem comercializados. Para isso toda indústria utiliza além da força humana, máquinas, equipamentos e energia de diversas fontes.

A esse respeito Sousa (2005, p. 1) explica que:

No dia a dia da economia industrial, a palavra indústria está caracterizada por diversos significados, desde uma empresa de pequeno porte, até uma fábrica de qualquer tamanho de um parque industrial, que trabalhe com atividade de transformação, que usem maquinarias que tenham como objetivo criar um terceiro produto.

Com o desenvolvimento da economia dos países e também da sociedade, surgiram então indústrias relacionadas aos mais diversos ramos de atuação humana como alimentícia, farmacêutica, automobilística, siderúrgica, agroindústrias, etc.

3. O PRODUTO

Kotler e Keller (2006) consideram que um produto é considerado qualquer artigo que tenha como objetivo satisfazer uma necessidade específica de um consumidor.

Nickels e Wood (1998, p. 162) definem produto como “um bem ou serviço ou uma idéia que um consumidor adquire através de uma troca de marketing para satisfazer uma necessidade ou um desejo”.

Griffin (2002) ressalta que o termo produto “refere-se tanto a bens físicos, como carros e empresas, como a serviços bancários, de consultoria e de alimentação” E acrescenta que os produtos tanto podem ser tangíveis, ou seja, com atributos físicos, como intangíveis, como os associados aos serviços, ou ainda se apresentam como uma combinação de tangíveis e intangíveis.

Kotler (2000, p. 416) conceitua produto como sendo “algo que pode ser oferecido a um mercado para satisfazer uma necessidade ou desejo”.

Tuleski (2009) salienta que produtos são “o conjunto de atributos, funções e benefícios que os clientes compram”.

Produto é qualquer coisa que possa ser oferecida e que satisfaça necessidades e desejos de um mercado. Produto inclui não só bens ou serviços, mas também marcas, embalagens, serviços aos clientes e outras características. Não necessariamente o produto precisa ser físico. Eles podem existir fisicamente, mas também podem ser serviços, pessoas, locais, organizações, idéias, etc (TULESKI, 2009, p. 3).

O conceito de produto, então está associado ao conceito de necessidade já que todo produto se destina a satisfazer uma necessidade do consumidor e também um desejo ou expectativa. Por isso produto pode ser definido como tudo que é oferecido ao consumidor para seu uso ou consumo e ainda o que pode ser adquirido.

3.1 Tipos de produtos

Kotler e Armstrong (2008) afirmam que os produtos podem ser básicos, reais ou ampliado.

O produto básico é que corresponde aos interesses do consumidor. Kotler e Armstrong (2008) exemplificam que a mulher ao comprar um batom está à procura de algo mais do que uma cor para os lábios; procura algo que a deixe mais bonita.

Las Casas (2008, p. 256) menciona que “(...) é a oferta inicial, sem benefícios adicionais. Ela representa o esforço de materialização do benefício central do produto [...]”.

A respeito do produto real Kotler e Armstrong (2008) informam que é aquele gerado a partir do produto básico, porém com algumas peculiaridades como nível de qualidade, design, marca e embalagem. Assim é um produto de estilistas famosos.

E, o produto ampliado que segundo Kotler e Armstrong (2008) é o resultado da união do produto básico e do produto real, oferecendo benefícios extras ao consumidor, como a garantia de durabilidade, consertos etc.

O produto diferenciado, por sua vez, como comenta Las Casas (2008, p. 257), “(...) é aquele que apresenta características e benefícios não oferecidos pela concorrência, ou então que não encontre rivalidade que possa abalar o esforço mercadológico da empresa (...)”.

Kotler e Armstrong (2008) afirmam que os produtos podem ser classificados em produtos de consumo e produtos industriais. Reforçam que os produtos de consumo são aqueles adquiridos para consumo pessoal e de acordo com os hábitos do consumidor podem se subdividir em produtos de conveniência, produtos de comparação e produtos de especialidade.

Las Casas (2008) observa que os produtos de conveniência são aqueles comprados rotineiramente e os produtos de escolha são objeto de análise do consumidor quanto a marcas, modelos, preços e outros atributos.

Já os produtos de especialidades são aqueles que “os consumidores não aceitam substitutos e, por isso, irão fazer qualquer esforço para adquiri-los. [...] como automóveis, câmeras fotográficas e roupas de grife (...)” (LAS CASAS, 2008, p. 260).

3.2 Produto Industrial

Las Casas (2008, p. 259) cita que produtos industriais são aqueles “em que comerciantes ou fabricantes vendem para outros comerciantes ou fabricantes”.

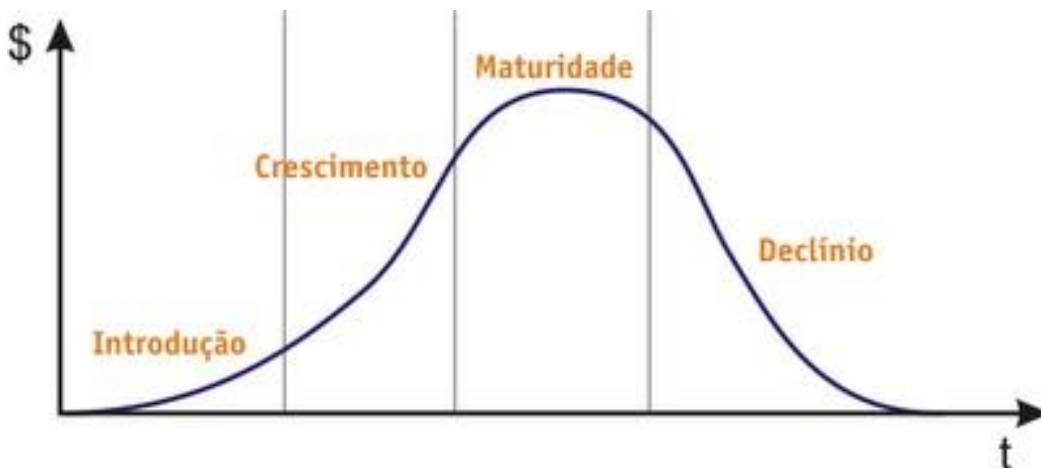
Já o produto industrializado é considerado como sendo aquele que foi submetido a uma operação que modificou sua natureza ou finalidade de uso ou ainda que tenha aperfeiçoado-o para o consumo.

3.3 Ciclo de vida de um produto

Para Kotler (1986) o ciclo de vida de um produto pode ser descrito através de seu histórico de vendas, por estágios que são a introdução no mercado, crescimento, maturidade e declínio.

De acordo com Kotler (1998) o ciclo de vida implica em considerar que os produtos têm um começo e um fim e igualmente as vendas possuem estágios distintos. Durante estes estágios os lucros crescem e diminuem, por isso, cada estágio requer uma estratégia diferente para cada atividade da organização, assim como finanças, compras, recursos humanos e principalmente marketing e produção.

Figura 1 - Ciclo de Vida do Produto



Fonte: (KOTLER, 1986, p. 572)

Kotler (1986, p. 572) descreve os estágios da seguinte maneira:

Desenvolvimento de produto ou introdução ou lançamento do produto – é um período caracterizado por baixo crescimento das vendas; não há necessidade de investimentos em tecnologia, propaganda e logística para que o produto se firme no mercado;

Crescimento – neste período os consumidores começam a conhecer o produto, elevando o volume de vendas e favorecendo a produção em escala. Para vencer a concorrência e manter sua posição no mercado, a empresa precisa investir em diferenciais. A tendência é que com o aumento da oferta, aconteça uma queda de preços. No entanto, como esclarece Kotler (1986) nesta fase a empresa recupera todos os investimentos e o lucro aumenta.

Maturidade – é caracterizado por uma retração no crescimento das vendas, já que a empresa já conquistou seus consumidores potenciais. Os lucros diminuem ou se estabilizam no final deste estágio em função do aumento da concorrência.

Declínio – neste último estágio o produto atinge sua obsolescência. É quando a empresa precisa tomar a decisão de retirá-lo do mercado ou reposicioná-lo, aprimorando-o.

No entanto, conforme Kotler (1986) não são todos os produtos que passam por estes estágios.

Valle (2004) enfatiza que a análise do ciclo de vida de um produto é fundamental para as empresas, pois “compreende desde a extração dos recursos naturais ou matérias primas, necessários à sua produção, até a disposição final do produto ao fim de sua vida útil” (VALLE, 2004, p. 145).

3.4 Análise do Ciclo de Vida de um produto

Valle (2004, p. 145) aponta que a Análise do Ciclo de Vida de um Produto compreende desde a extração dos recursos naturais ou matérias primas que serão usadas na sua produção até que o produto tenha sua vida útil extinta vá para a disposição final.

Kotler (1986) destaca não são todos os produtos que passam por estes estágios, já que alguns morrem ainda no estágio da maturidade, outros nem chegam ao primeiro estágio por falhas na estratégia de lançamento, entre outros fatores.

Por isso para alcançar sucesso e se manter competitiva é que muitas empresas estão constantemente lançando novos produtos.

Valle (2004) observa que a análise do ciclo de vida de um produto é fundamental para as empresas, pois “compreende desde a extração dos recursos naturais ou matérias primas, necessários à sua produção, até a disposição final do produto ao fim de sua vida útil” (VALLE, 2004, p. 145).

Assim como é importante conhecer o ciclo de vida do produto e sua posição no composto de marketing, torna-se interessante verificar a relação do produto, marketing e a satisfação do cliente.

3.5 Desenvolvimento de produtos

Krishnan e Ulrich (apud BORNIA e LORANDI, 2008) explicam que o desenvolvimento de um produto consiste em transformar uma oportunidade de mercado em um produto para a venda. “É um processo que parte das necessidades/conceito do consumidor e termina com a tradução desse conceito em uma especificação de algo que possa ser produzido” (KRISHNAN e ULRICH, apud BORNIA e LORANDI, 2008, p. 38).

Baxter (apud BORNIA e LORANDI, 2008) completa que o desenvolvimento de produtos não é um processo simples. Ao contrário requer pesquisa, planejamento e controle cuidadosos e em especial o uso de métodos sistemáticos. “Os métodos sistemáticos de projeto exigem uma abordagem interdisciplinar, abrangendo métodos de marketing, engenharia de métodos e aplicação de conhecimentos sobre estética e estilo” (BAXTER, apud BORNIA e LORANDI, 2008, p. 38).

Figura 2 - Estágios do Processo de Desenvolvimento de produtos



Fonte: Etzel et al. (apud BORNIA e LORANDI, 2008, p. 38)

Bornia e Lorandi (2008) ressaltam que o Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) diz respeito ao modo como as atividades e tarefas são desenvolvidas, estando relacionado ainda ao gerenciamento das atividades para alcançar tal fim, ou seja, desenvolver um produto.

Parte da ideia inicial das necessidades do mercado e das possibilidades tecnológicas considera as estratégias corporativas, estratégias de negócios e de produto da empresa, até chegar às especificações de projeto de um produto e de seu processo de produção (BORNIA e LORANDI, 2008, p. 37).

Porém, Rozenfeld et al. (apud BORNIA e LORANDI, 2008) afirmam que o processo de desenvolvimento do produto não termina com o lançamento deste no mercado. Ao contrário, envolve todo o ciclo de vida do produto, pois é preciso realizar o acompanhamento do produto, a fim de realizar as mudanças necessárias decorrentes de sua utilização e planejar a sua descontinuidade.

Bornia e Lorandi (2008) acrescentam que o Processo de Desenvolvimento de Produtos precisa conciliar diferentes interesses e para conseguir isso é necessário realizar o alinhamento das estratégias corporativas; manter altos níveis de desempenho de *time to market* (tempo de lançamento de um produto) e ainda a manutenção de um portfólio de produtos a fim de manter a competitividade.

Oliveira et al. (2006) consideram o Desenvolvimento de Produtos um dos processos mais vitais para competitividade de uma empresa, pois propicia a criação de novos produtos mais competitivos e em menor tempo, permitindo então que a empresa possa se adequar e atender à constante evolução do mercado.

Assim, uma gestão adequada deste processo permite à empresa diversificar seus produtos; aproveitar melhor os recursos e tecnologias; estabelecer parcerias e produzir com custos reduzidos, mantendo a qualidade.

Hayes et al. (apud OLIVEIRA et al., 2006, p. 64) salientam que para que o PDP possa oferecer os resultados desejados é preciso uma estrutura de estratégia de desenvolvimento mais abrangente que inclui:

- Criação, definição e seleção de um conjunto de desenvolvimento de projetos que abasteçam produtos e processos superiores;
- Integração e coordenação de tarefas funcionais, técnicas e organizacionais envolvendo atividades de desenvolvimento;
- Gerenciamento de esforços de desenvolvimento que possam convergir para a conclusão de propostas de negócio tanto eficazmente quanto eficientemente;
- Criação e aumento da necessidade de capacidade para realizar o desenvolvimento com vantagem competitivo para longo prazo.

3.6 Estratégias de desenvolvimento de produtos

Oliveira et al. (2006, p. 58) afirmam que estratégia é um conceito abrangente. Mintzberg (apud OLIVEIRA et al. 2006) reforça que apesar desta amplitude, o termo estratégia pode ser definido como

(...) plano, um curso de ação conscientemente pretendido; como manobra, que visa frustrar ações dos adversários; como padrão, consistência de comportamento; como posição, buscando adequação entre empresa e ambiente competitivo; e como perspectiva, uma espécie de “caráter” das organizações (MINTZBERG, apud OLIVEIRA et al. 2006, p. 58).

Oliveira et al. (2006) mencionam que as estratégias para o desenvolvimento de novos produtos podem ser de quatro tipos: ofensivas, defensivas, tradicionais ou dependentes.

As estratégias ofensivas são adotadas pelas empresas que querem além de manter a liderança no mercado, estar à frente da concorrência e requerem investimento em pesquisa e desenvolvimento.

A respeito da estratégia ofensiva Freeman e Soete (apud OLIVEIRA e MACHADO, 2013, p. 200) comentam que

A empresa que trabalha com Estratégia Ofensiva leva em consideração que seus concorrentes têm acesso às mesmas informações de mercado que estão disponíveis a todos. Por isso, devem investir forte e intensivamente em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) dentro da organização, visando obter conhecimentos técnicos e científicos que vão além daqueles disponíveis para o mercado e assim levar a inovação para a produção a ser lançada.

Já as estratégias defensivas são adotadas por empresas seguidoras das líderes do mercado, que evitam correr riscos de entrar em novos mercados e também não investem em desenvolvimento de produtos.

As empresas que adotam uma estratégia defensiva raramente o fazem por muito tempo. Estas empresas não buscam através desta estratégia serem as últimas empresas no *ranking* de competitividade em seu setor, mas sim aproveitar os lucros do mercado no momento dos erros de seus concorrentes ao implantarem uma inovação sujeita a falhas (FREEMAN e SOETE, apud OLIVEIRA e MACHADO, 2013, p. 200).

As estratégias tradicionais por sua vez são adotadas por empresas que atuam em mercados estáveis, que não requerem grandes mudanças.

As empresas que optam por uma estratégia tradicional são aquelas que estão em um mercado de processamento lento das mudanças tecnológicas. Por este motivo, dão pouca ou nenhuma importância à Pesquisa e Desenvolvimento, realizando apenas pequenos ajustes em seu produto, oriundas de demanda externa (FREEMAN e SOETE, apud OLIVEIRA e MACHADO, 2013, p. 200).

E, por fim, segundo Oliveira et al. (2006) há as estratégias dependentes adotadas por empresas que não lançam seus próprios produtos, apenas produzem para outras ou então são subsidiárias.

Estas empresas dependem das estratégias ofensivas e defensivas de sua matriz, ou do pedido de seus clientes, para montar seus produtos, pois fazem parte de uma estrutura de empresa onde ela não é parte da decisão, apenas reprodutora. A Pesquisa e Desenvolvimento, portanto, não ocupa o lugar de grandes investimentos (ao contrário das estratégias ofensiva e defensiva), pois só é acionada quando da solicitação excepcional de um cliente. As patentes não são tão relevantes, visto que a empresa, neste momento, pode se contentar com uma segunda licença para apenas reproduzir o produto da matriz (FREEMAN e SOETE, apud OLIVEIRA e MACHADO, 2013, p. 200).

3.7 O produto bateria automotiva

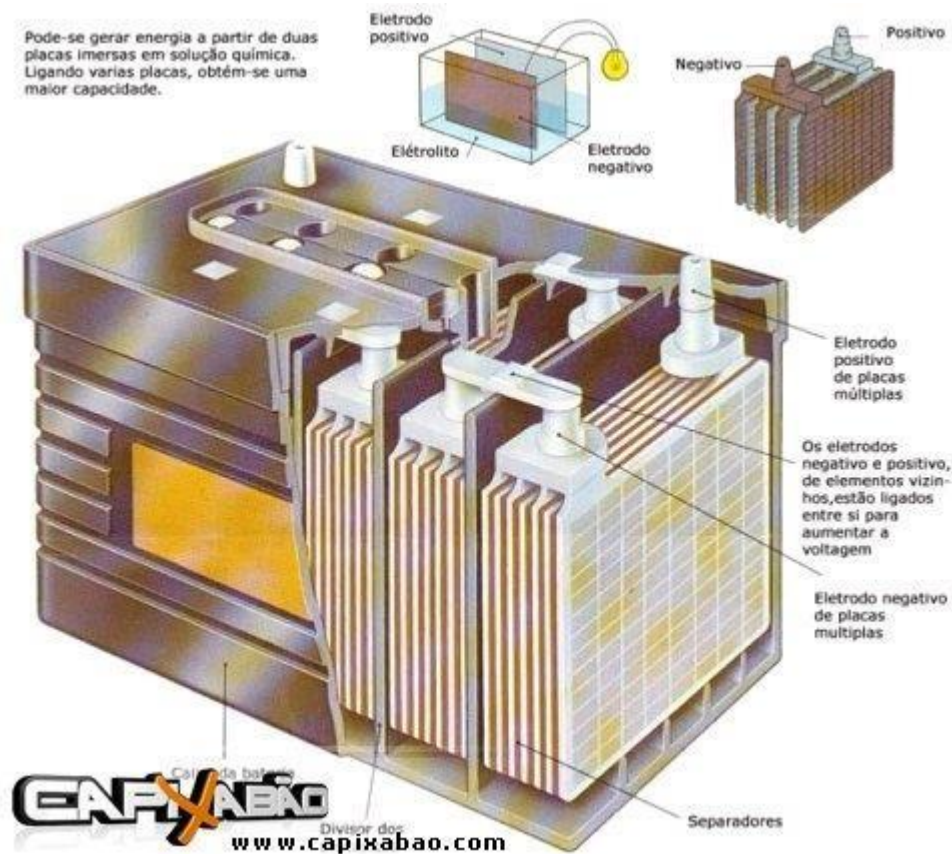
A indústria brasileira de baterias automotivas é totalmente concentrada na produção de baterias de chumbo-ácido. Embora algumas empresas trabalhem com tecnologias mais modernas, que melhoram o desempenho de seus produtos, não há empresas que produzam baterias de níquel-metal hidreto (NiMH) ou de íon-lítio.

Castro et al. (2013, p. 445) esclarecem que “uma bateria é um acumulador, que transforma energia química em energia elétrica e vice-versa, normalmente por meio de uma reação de oxirredução”.

Castro et al. (2013, p. 445) citam também que “o polo negativo é denominado anodo, no qual ocorre a oxidação, enquanto o positivo é o catodo, em que ocorre a redução. Os elétrons correm do anodo para o catodo, gerando energia elétrica”.

De acordo com Bosch (apud OLIVEIRA et al., 2010, p. 411) a bateria é um “conjunto de acumuladores elétricos que possui a propriedade de converter energia química em energia elétrica, tendo como função abastecer o sistema elétrico do veículo de energia e acumulá-la quando o veículo estiver em funcionamento”.

Figura 3 - Componentes de uma bateria automotiva



Fonte: www.capixabao.com

Como informa CEMPRE (apud CORREIA et al., 2009, p. 7) tecnicamente, as baterias são basicamente compostas por:

- Placas positivas e negativas - grades produzidas com uma liga, onde é aplicada uma massa de PbO (óxido de chumbo) e são adicionadas outras substâncias que responderão por determinadas reações, diferenciadas em placas positivas e negativas e que são responsáveis pelo acúmulo e condução da corrente elétrica;
- Separadores - produzidos em polietileno, constituem-se de envelopes que evitam o contato direto entre as placas positivas e negativas, evitando, assim, curtos circuitos.

- Caixas - responsáveis pelo condicionamento dos elementos da solução eletrolítica;
- Conectores - interligam os elementos da bateria para formação do circuito.
- Terminais - polos positivos e negativos da bateria.
- Solução - composta por 35% de ácido sulfúrico e 65% de água destilada, é indispensável para que possam ocorrer as reações químicas.

Castro et al. (2013) comentam que nos automóveis, a bateria tem a função de alimentar os sistemas elétricos e eletrônicos e é recarregada por um gerador, o próprio motor a combustão que move o veículo. “O tipo mais frequente nos automóveis é a chamada bateria de chumbo-ácido (PbA), embora veículos elétricos e híbridos em comercialização, em geral, utilizem outras tecnologias” (CASTRO et al., 2013, p. 445).

Bocchi et al. (2000, p. 5) complementam que “as baterias automotivas são compostas por seis conjuntos de eletrodos na forma de placas, contidos em vasos independentes”.

Um vaso pode conter, por exemplo, 6 anodos e 5 catodos arranjados de forma alternada, começando e terminando com um anodo. Estes onze eletrodos são conectados em paralelo e, portanto, cada vaso fornece um potencial de cerca de 2 V. Os seis vasos são então conectados em série e a bateria fornece um potencial de aproximadamente 12 V (BOCCHI et al., 2000, p. 5).

Também como apontam Bocchi et al. (2000) as baterias automotivas e industriais requerem adição periódica de água no eletrólito, pois no processo de carga da bateria chumbo/ácido, parte da água é decomposta nos gases hidrogênio e oxigênio.

Pensando nisso, foram projetadas baterias automotivas de baixa manutenção, que consomem menos água e possuem um volume de eletrólito em excesso, que tem a função de compensar a perda de água da bateria ao longo de sua vida útil que é de dois a cinco anos.

O Brasil possui amplo parque industrial de fabricação de baterias. Os estados de São Paulo e do Paraná concentram as atividades no Brasil. A Moura, maior empresa de capital nacional no setor, produz baterias automotivas em Pernambuco e, portanto, o estado também tem participação relevante na produção do país. O Quadro 1 expõe os principais fabricantes e suas respectivas marcas, trazendo ainda

informações como as aplicações dos produtos e os mercados de atuação das empresas.

Quadro 1. Principais fabricantes de baterias automotivas instalados no Brasil

Empresa	Marcas ¹	Origem do capital	Localização	Aplicações das baterias	Mercados de atuação	Porte estimado ²
Moura	Moura e Zetta	Brasil	Belo Jardim (PE) e Itapetininga (SP)	Veículos, motos, barcos, estacionárias e tracionárias	OEM, reposição e exportação	Grande
Johnson Controls	Heliar, Bosch, Optima, Varta, Freedom	EUA	Sorocaba (SP)	Veículos, motos, barcos, estacionárias e tracionárias	OEM, reposição e exportação	Grande
Ajax	Ajax	Brasil	Bauru (SP)	Veículos, motos, barcos, estacionárias e som automotivo	Reposição e exportação	Médio
Cral	Cral	Brasil	Bauru (SP)	Veículos e tracionárias	Reposição e exportação	Médio
Tudor	Tudor	Brasil	Bauru (SP) e Governador Valadares (MG)	Veículos, motos, estacionárias, tracionárias e som automotivo	Reposição e exportação	Médio
Baterax	Baterax, Woltrax e Energex	Brasil	Umuarama (PR)	Veículos e som automotivo	Reposição	Pequeno
Camarotto	Camarotto	Brasil	Marmeleiro (PR)	n.d. ³	Reposição	Pequeno
Eletran	Eletran	Brasil	Apucarana (PR)	Veículos, tracionária e som automotivo	Reposição	Pequeno

Fonte: BNDES (2018).

O desempenho recente da indústria de baterias automotivas no país é positivo. As vendas vêm crescendo a taxas altas beneficiando-se dos aumentos da produção de veículos e da frota circulante.

4. PRODUÇÃO

A produção é um dos principais componentes da estrutura das empresas. É através da produção que as empresas auferem seus lucros, medem sua participação no mercado e conseguem avaliar importantes variáveis.

Derivada da produção está a produtividade que é a capacidade de produzir. Assim, a vida de toda empresa tem que passar necessariamente pela produção.

A palavra produção está ligada inclusive a todo resultado final dos processos da empresa e também diretamente relacionada ao relacionamento empresa/consumidor já que o resultado final da produção é o produto que intermédia estas relações.

4.1 A função produção

Balbão et al. (2004, p. 443) citam que “a função produção ocupa papel central por ser responsável pela produção de bens e serviços demandados pelos consumidores, constituindo a razão da existência da empresa”.

Balbão et al. (2004) completam que isso porque além de produzir bens e serviços, a função produção em uma empresa apoia e impulsiona a estratégia empresarial. No apoio à estratégia empresarial a função produção trabalha todos os recursos da empresa sejam eles humanos, tecnológicos, materiais etc. permitindo assim o surgimento das condições necessárias para que a empresa atinja seus objetivos estratégicos.

Já como implementadora da estratégia competitiva empresarial conforme Balbão et al. (2004) a função produção permite colocar em prática a estratégia, fornecendo vantagem competitiva direta ou indiretamente para a empresa no longo prazo. “Esse diferencial competitivo pode estar na fabricação de produtos e/ou serviços melhores, mais rápidos, em tempo, em maior variedade e mais baratos do que seus concorrentes” (BALBÃO et al., 2004, p. 444).

4.2 Sistemas de produção

Torres (2001, p. 55) define sistema como “um conjunto de elementos interdependentes orientados para a realização de um objetivo determinado”.

Moreira (2000, p. 8) define Sistema de Produção como um “conjunto de atividades inter-relacionadas envolvidas na produção de bens (caso de indústrias) ou de serviços.”

Torres (2001) destaca que todo sistema surge para cumprir uma função implicando em recursos humanos, materiais e financeiros e na organização destes recursos a fim de obter um conjunto coerente. Ele ressalta que todo sistema tem os seguintes elementos constitutivos: função, insumo, produto, agente humano, agente físico, sequência e meio ambiente interno e externo.

- Função – é o motivo pelo qual o sistema produtivo foi criado e orienta o conjunto de atividades do mesmo.
- Insumos – podem ser físicos (matéria prima, produtos semi-acabados, etc.s); de informação (dados contábeis, financeiros, etc.); humanos e energéticos. “A característica comum é que todos os elementos que passam pelo sistema devem sofrer uma transformação” (TORRES, 2001, p. 55).
- Produto – é a finalidade de todo sistema de produção e pode ser tangível na forma de mercadoria ou intangível na forma de serviço.
- Agente humano – são as pessoas que atuam no sistema produtivo.
- Agente físico – são os recursos materiais que propiciam que o insumo se transforme em produto.
- Sequência – é a ordem das etapas do processo de produção, ou seja, da transformação dos insumos em produtos.
- Meio ambiente – inclui o meio físico, econômico e humano no qual o sistema se insere.

4.3 Valor adicionado da produção

Fernandes (1991, p. 167) define "valor é um atributo (não existe independentemente) que pode ser aplicado a quase tudo". Enfatiza que “valor tem três características próprias: é subjetivo; varia com o tempo e pode ser positivo ou negativo”. Manifestações positivas de valor são chamadas benefícios e negativas são 'perdas' ou 'danos'.

Conforme Montoro Filho (1992, p. 27)

Valor Adicionado é definido como o resultado da diferença entre o valor dos bens e serviços vendidos pela empresa, quaisquer que sejam, e o valor dos bens e serviços comprados pela empresa junto a outras empresas. Significa assim, o acréscimo de valor que a empresa incorpora ao bem na cadeia produtiva.

Oliveira et al. (2004) explicam que o conceito de valor adicionado é um dos mais recentes instrumentos de medida de valor. “A soma das importâncias agregadas representa na verdade a soma das riquezas criadas, no âmbito estabelecido” (OLIVEIRA et al., 2004, p. 184).

4.4 Planejamento e Controle da Produção

Apesar de serem complementares e manter inter-relações diversas, planejamento e controle são diferentes.

O termo planejamento provém de plano e está diretamente relacionado com o futuro. Padilha (2001) considera que

Planejamento é processo de busca de equilíbrio entre meios e fins, entre recursos e objetivos, visando ao melhor funcionamento de empresas, instituições, setores de trabalho, organizações grupais e outras atividades humanas. O ato de planejar é sempre processo de reflexão, de tomada de decisão sobre a ação; processo de previsão de necessidades e racionalização de emprego de meios (materiais) e recursos (humanos) disponíveis, visando à concretização de objetivos, em prazos determinados e etapas definidas, a partir dos resultados das avaliações (PADILHA, 2001, p. 30).

Para Hoji (2008) o planejamento é um processo que:

Consiste em estabelecer com antecedência as ações a serem executadas dentro de cenários e condições preestabelecidos, estimando os recursos a serem utilizados e atribuindo as responsabilidades, para atingir os objetivos fixados (HOJI, 2008, p. 415).

Slack et al. (1997) acrescentam que um plano é a formalização do que se pretende que aconteça em um determinado momento no futuro. “(...) é uma declaração de intenção de que aconteça”. (SLACK et al., 1997, p. 320).

Slack et al. (1997) salientam que como um plano não garante que os objetivos serão alcançados do modo previsto, já que há muitas variáveis que devem ser

considerada, entra em cena o controle que na visão de Slack et al. (1997, p. 321) “ é o processo de lidar com essas variáveis”.

Moreira (2000) considera que o Planejamento e Controle de Produção tem o objetivo de tomar decisões quanto a melhor utilização dos recursos de produção, permitindo assim que o previsto seja executado e os resultados desejados sejam obtidos. “O planejamento dá as bases para todas as atividades gerenciais futuras ao estabelecer linhas de ação que devem ser seguidas para satisfazer objetivos estabelecidos, bem como estipula o momento em que essas ações devem ocorrer”. (MOREIRA, 2000, p. 7)

Slack et al. (1997, p. 318) afirmam também que “o planejamento e o controle preocupam-se então em gerenciar as atividades da operação produtiva de modo a satisfazer a demanda dos consumidores”.

Slack et al. (1997, p. 322) mencionam ainda que “planejamento e controle é o processo de conciliar demanda e fornecimento”.

O objetivo maior do planejamento e controle, como reforçam Slack et al. (1997, p. 319) “é garantir que a produção ocorra eficazmente e produza produtos e serviços como deve”.

Moreira (2000, p. 7) aponta que “o controle envolve a avaliação do desempenho dos empregados, de setores específicos da empresa e da própria como um bloco, e a conseqüente aplicação de medidas corretivas se necessário”.

O planejamento e controle da produção então tem o objetivo principal de fazer com que a empresa produza com mais qualidade; realizando melhorias contínuas e aperfeiçoando o seu processo de produção. Isso porque por meio do Planejamento e Controle da Produção é possível alcançar níveis mais altos de produtividade e qualidade; reduzir custos de produção; menor índice de falhas, erros e de retrabalho e ainda serve de apoio para a tomada de decisões e o gerenciamento dos recursos disponíveis.

4.5 Desenvolvimento dos processos

Scartezini (2009) observa que processos são maneiras de fazer alguma coisa. “Envolve a transformação de um insumo em produto final. No interior do processo ocorrem transformações, que incluem as etapas necessárias para a obtenção do produto final, de valor agregado” (SCARTEZINI, 2009, p. 6).

Um processo pode então ser entendido como destaca Scartezini (2009) como uma ordenação temporal e espacial de atividades de trabalho, uma estrutura para a ação.

Zarifian (apud SALERNO, 1999, p. 105) cita que processo é

(...) uma cooperação de atividades distintas para a realização de um objetivo global, orientado para o cliente final que lhes é comum. Um processo é repetido de maneira recorrente dentro da empresa. A um processo correspondem: um desempenho (performance), que formaliza o seu objetivo global (um nível de qualidade, um prazo de entrega, etc.); Uma organização que materializa e estrutura transversalmente a interdependência das atividades do processo, durante sua duração; Uma corresponsabilidade dos atores nesta organização, com relação ao desempenho global; Uma responsabilidade local de cada grupo de atores ao nível de sua própria atividade.

Morais et al. (2009, p. 29) comentam que “a melhoria dos processos na organização pode ser entendida como a possibilidade de se transformar a qualidade dos produtos e serviços entregues pela mesma”.

Um dos métodos de desenvolvimento de processos é o Ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act / Planejar-Fazer-Verificar-Agir) que segundo Scartezini (2009, p. 36) “é o caminho para se atingir as metas atribuídas aos diferentes processos organizacionais”.

O ciclo do PDCA é projetado de maneira a produzir uma sistematização do planejamento e execução das ações organizacionais, através do fluir contínuo do ciclo em uma espiral crescente de melhoria, no qual o processo ou padrão sempre pode ser reavaliado e um novo ou uma melhoria de processo poderá ser promovida (SCARTEZINI, 2009, p. 36).

5. LOGÍSTICA

Ferraes Neto e Kuehne Júnior (2002) afirmam que a logística engloba quatro atividades básicas: as de aquisição, movimentação, armazenagem e entrega de produtos.

Bowersox e Closs (2001) consideram que o objetivo da logística é oferecer aos clientes produtos e/ou serviços no local e momento esperados. “A implementação das melhores práticas logísticas é um dos grandes desafios das organizações na concorrência global” (BOWERSOX e CLOSS, 2001, p. 19).

De acordo com Bowersox e Closs (2001) o *Council of Logistics Management* define logística como

(...) o processo de planejamento, implementação e controle eficiente e eficaz do fluxo e armazenagem de mercadorias, serviços e informações relacionadas, desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender as necessidades dos clientes (BOWERSOX e CLOSS, 2001, p. 19).

Para Gasnier (2002, p.17) logística é

O processo de planejar, executar e controlar o fluxo e armazenagem de forma eficaz e eficiente em termos de tempo, qualidade e custos, de matérias primas, materiais em elaboração, produtos acabados e serviços, bem como as informações correlatas, desde o ponto de origem até o ponto de consumo (cadeia de suprimentos), com o propósito de assegurar o atendimento das exigências de todos os envolvidos, isto é, clientes, fornecedores, acionistas, governo, sociedade e meio ambiente.

Christopher (1997, p. 2) por sua vez ressalta que

a logística é o processo de gerenciar estrategicamente a aquisição, movimentação e armazenagem de materiais, peças e produtos acabados (e os fluxos de informação correlata) através da organização e seus canais de marketing, de modo a poder maximizar as lucratividades presentes e futuras através do atendimento de pedidos a baixo custo.

Por isso como informa Gasnier (2002) na gestão da logística devem ser consideradas as dimensões tempo, qualidade e custos; definindo os clientes finais que são todos os interessados nos resultados deste processo.

Ballou (2001) cita que uma das funções principais da logística é criar valores aos clientes, principalmente porque produtos ou serviços adquirem valor quando

chegam até ele no tempo e lugar certos. Assim, ao propiciar que isso aconteça, a logística cria também vantagens competitivas.

Ballou (2001, p. 21-2) complementa que “a logística é um conjunto de atividades funcionais que se repetem muitas vezes ao longo do canal de suprimentos através do qual as matérias primas são convertidas em produtos acabados e o valor é adicionado aos olhos dos consumidores”.

Ferraes Neto e Kuehne Júnior (2002) completam que na atualidade a logística tem sido uma ferramenta utilizada pelas empresas para vencer desafios como de atuar de forma eficiente e eficaz; buscar a competitividade e a manutenção e continuidade de suas atividades; atender às demandas; satisfazer o cliente, entre outros.

Ferraes Neto e Kuehne Júnior (2002) enfatizam também que a logística consegue isso porque tem uma capacidade de evoluir e de dar respostas às mudanças ocorridas no ambiente externo das empresas e também ao ritmo acelerado destas mudanças, o que reforça também sua importância estratégica.

Entre estas mudanças Ferraes Neto e Kuehne Júnior (2002) citam o fato de que segundo pesquisas os produtos, de modo geral, estão se tornando cada vez mais parecidos na percepção dos clientes. As empresas então precisam buscar formas de diferenciação para conquistar o cliente, como, por exemplo, pela prestação de um maior e mais completo pacote de serviços.

Isso requer então das empresas uma capacidade de corresponder às expectativas criadas para o cliente, mantendo a qualidade das operações, o que resulta na satisfação das necessidades, desejos e expectativas do comprador. É quando então a aplicação da logística ajuda neste processo de forma significativa pois o objetivo e metas da logística são disponibilizar o produto certo, na quantidade certa, no local certo, no momento certo, nas condições adequadas para o cliente certo ao preço justo. “A atividade logística está diretamente voltada para a resolução da grande questão: como agregar mais valor e, ao mesmo tempo, reduzir os custos garantindo o aumento da lucratividade?” (FERRAES NETO e KUEHNE JÚNIOR, 2002, p. 45).

Viana (2000, p. 45) explica que Logística é “uma operação integrada para cuidar de suprimentos e distribuição de produtos de forma racionalizada, o que significa planejar, coordenar e executar todo o processo, visando à redução de custos e ao aumento da competitividade da empresa”.

Para Fleury (2003) a logística constitui-se em uma diversidade de operações que podem ser realizadas em uma empresa e entre estas atividades o autor destaca: Gestão de estoques; Armazenagem; Transporte de distribuição, de transferência e de suprimento; Desenvolvimento de projetos/soluções logísticas; entre outras.

Segundo Fleury et al. (2007, p. 27) “a logística deve ser vista como um instrumento de marketing, uma ferramenta gerencial, capaz de agregar valor por meio dos serviços prestados.”

Dias (1983) acrescenta que a logística tem ganhado cada vez mais a atenção dos gestores que estão buscando executar o sistema logística com eficiência, já que são inúmeras as atividades incluídas neste processo. Entre elas Dias (1983, p. 37) cita:

(...) compras; programação de entregas para a fábrica, transportes; controle de estoque de matérias-primas; controle de estoques de componentes; armazenagem de matérias-primas; armazenagem de componentes; planejamento, programação e controle de produção; previsão de necessidades; controle de estoque nos centros de distribuição; processamento de pedidos de clientes; administração dos centros de distribuição planejamento dos centros de distribuição; transporte para os centros de distribuição; transporte dos centros de distribuição para os clientes; e planejamento de atendimento aos clientes.

5.1 Fases da logística

Novaes (2004) afirma que a história e evolução da logística pode ser dividida em quatro fases.

A primeira fase é de atuação segmentada não havia sistemas de comunicação sofisticados de comunicação. O elemento-chave para o equilíbrio da cadeia de suprimento era o estoque.

Na segunda fase chamada por Novaes (2004) de Integração rígida há uma maior variedade de produtos. Com a crise de petróleo na década de 1970 outros modais de transporte como aviões, trens, navios e caminhos passaram a ser utilizados.

Na fase de Integração Flexível, a terceira fase de evolução da logística conforme Novaes (2004) há uma integração mais dinâmica e flexível no ambiente interno das empresas e também nas inter-relações destas com seus fornecedores e clientes., graças, entre outros, ao desenvolvimento enorme da informática o que possibilitou uma interface mais dinâmica na cadeia de suprimentos .

Razzolini Filho (2007) salienta a respeito desta fase que

(...) começa uma visão integrada das funções internas, explorando-se aspectos como custo total e uma visão sistêmica do processo produtivo. Em virtude de um começo de uma competição mundial mais acirrada, os processos produtivos começam a entender a importância de se adicionar serviços ao produto, como forma de agregação de valor, enquanto a logística deve melhorar seu sistema de distribuição, uma vez que existe a necessidade de conquistar novos mercados. [...] Corresponde ao “foco no cliente”, com ênfase na produtividade, e nos custos de estoque, ou maior eficiência operacional. Surgem modelos matemáticos para tratar da questão estocástica, novas abordagens para questão dos custos, não só do processo logístico, mas, ainda, da questão contábil. (RAZZOLINI FILHO, 2007, p. 23).

Razzolini Filho (2007) sobre a terceira fase da evolução da logística menciona ainda que

No período dos anos 1980 até 1990, retoma-se, com maior ênfase o foco no mercado, e uma preocupação com a logística integrada, iniciando-se a visão da administração da cadeia de suprimentos – SMC – cujo pano de fundo é a globalização e o avanço da tecnologia da informática. No plano industrial a preocupação maior é com a qualidade, uma vez que os produtos japoneses “invadem” o mundo sob a bandeira da “qualidade e produtividade”, conduzindo a logística a uma visão abrangente em que se integram as funções de compra, produção e venda (RAZZOLINI FILHO, 2007, p. 24).

E, como observa Novaes (2004) a logística chegou em sua quarta fase de Integração estratégica quando as empresas passam a tratar a questão logística de forma estratégica, buscando novas soluções e o aprimoramento dos serviços logísticos. Há uma troca maior de informações e a ênfase absoluta na satisfação do consumidor final e uma proximidade maior nos agentes da cadeia de suprimentos, além do estabelecimento de parcerias entre os elos desta cadeia. O foco da logística nesta fase atual está em agregar valor e reduzir desperdícios e custos desnecessários.

Ballou (2001) reforça que nesta quarta fase “(...) a logística passou então a ser usada como elemento diferenciador, de cunho estratégico, na busca de maiores fatias no mercado. As razões básicas para isso são a globalização e a competição cada vez mais acirrada entre as empresas (BALLOU, 2001, p. 193).

5.2 A logística reversa

A palavra Logística é de origem francesa e vem do verbo *loger*, que significa "alojar". Era um termo militar que significava a arte de transportar, abastecer e alojar as tropas. A origem, portanto, é militar e foi desenvolvida visando colocar os recursos certos no local certo, na hora certa, com um só objetivo: vencer batalhas, segundo Leite (2003).

A respeito do conceito de logística reversa, Leite (2002) esclarece que

Entendemos a logística reversa como a área da logística empresarial que planeja, opera e controla o fluxo e as informações logísticas correspondentes, do retorno dos bens de pós-venda e de pós-consumo ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo, por meio dos canais de distribuição reversos, agregando-lhes valor de diversas naturezas: econômico, ecológico, legal, logístico, de imagem corporativa, entre outros (LEITE, 2002, p. 1).

Piazza et al. (2007, p. 3) apontam que “a logística reversa surge como elemento fundamental auxiliando a aplicação das avaliações de ciclo de vida dos produtos (*life cycle assessment*) e os projetos para o meio ambiente (*design for environment*)”.

Como o próprio nome diz a logística reversa engloba o fluxo de produtos e resíduos do final para o princípio do processo de produção e ainda o planejamento e controle deste fluxo com o objetivo de dar-lhes a disposição final adequada. Este conceito surgiu na década de 1970 quando a questão ambiental, em especial de gestão de resíduos e reciclagem passou a estar mais em evidência.

Além desta adequação a logística reversa trouxe para as empresas a possibilidade de reduzir perdas no processo produtivo.

Conforme descrito por Pires (2007, p. 27) atualmente a logística reversa está relacionada a questões legais, ambientais e também econômicas, o que torna imprescindível o seu estudo no contexto das organizações.

Rogers e Tibben-Lembke (apud PIAZZA et al., 2007) consideram que Logística reversa é

O processo de planejamento, implementação e controle de eficiência e custo efetivo do fluxo de matérias-primas, estoques em processos, produtos acabados e as informações correspondentes do ponto de consumo para o ponto de origem com o propósito de recapturar ou destinar à apropriada disposição (ROGERS e TIBBEN-LEMBKE, apud PIAZZA et al., 2007, p. 3).

Figura 4 - Logística Reversa: área de atuação e etapas reversas



Fonte: Leite (2002, p. 3).

De acordo com Pires (2007) o que geralmente incentiva as empresas a efetivarem processos de logística reversa são razões econômicas, já que geralmente é mais econômico reaproveitar produtos e matérias do que adquirir novos.

Piazza et al. (2007, p. 3) comentam que

A importância da logística reversa na elaboração das Análises do Ciclo de Vida dos produtos, detectando gargalos de relevância ambiental em todas as etapas do ciclo de vida dos produtos, da manufatura à pós utilização, e opções tecnológicas mais adequadas, têm possibilitado a redução dos materiais utilizados na produção e a concepção de produtos com possibilidade de reuso após o término de sua vida útil, e reaproveitamento mais eficiente de seus componentes e materiais.

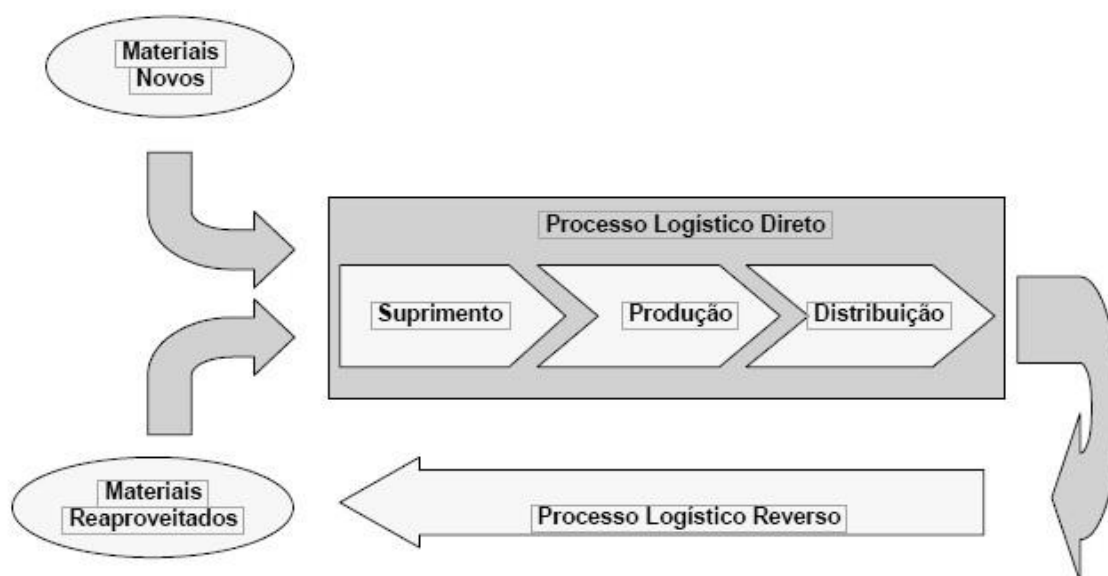
Lacerda (2008) exemplifica que o fluxo logístico reverso é comum para uma boa parte das empresas como fabricantes de bebidas têm que gerenciar todo o retorno de garrafas dos pontos de venda até seus centros de distribuição; indústrias de latas de alumínio que reaproveitam matéria prima reciclada, tendo muitas destas empresas desenvolvido meios inovadores na coleta de latas descartadas.

Lacerda (2008) informa também que a logística reversa está relacionada com questões ambientais principalmente porque a legislação ambiental tem caminhado

no sentido de tornar as empresas responsáveis por todo o ciclo de vida de seus produtos, o que inclui também o impacto destes produtos no meio ambiente. A diminuição deste impacto, em diversos setores inclui necessariamente o descarte adequado ou a disposição final dos produtos ou embalagens.

A vida de um produto, do ponto de vista logístico, não termina com sua entrega ao cliente. Produtos se tornam obsoletos, danificados, ou não funcionam e deve retornar ao seu ponto de origem para serem adequadamente descartados, reparados ou reaproveitados (LACERDA, 2008, p. 2).

Figura 5 - Representação dos Processos Logísticos Direto e Reverso



Fonte: LACERDA (2008, p. 3)

Lacerda (2008) explica também que a natureza deste processo depende das atividades e do tipo de material que entram no sistema.

No caso de produtos os fluxos de logística reversa se darão pela necessidade de reparo, reciclagem, ou porque simplesmente os clientes os retornam. No caso de embalagens, os fluxos de logística reversa acontecem basicamente em função da sua reutilização ou devido a restrições legais como na Alemanha, por exemplo, que impede seu descarte no meio ambiente (LACERDA, 2008, p. 4)

A logística pode ser de bens de pós-venda ou de bens de pós-consumo.

Os bens de pós-venda são devolvidos pelo consumidor final pelos mais diversos motivos como o término da validade, problemas de qualidade, defeitos. O

objetivo da logística reversa de pós-venda então é de agregar valor ao produto devolvido, por diferentes processos.

Já os produtos de pós-consumo são aqueles já usados, que atingiram o limite de sua vida útil e que podem ainda ser reutilizados.

Leite (2002, p.03) comenta que a logística reversa de pós-consumo “equaciona e operacionaliza igualmente o fluxo físico e as informações correspondentes de bens de pós-consumo descartados pela sociedade em geral que retornam ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo por meio dos canais de distribuição reversos específicos”.

A respeito da gestão socioambiental na logística, que segundo ele é o conjunto de técnicas administrativas cuja finalidade principal “é desenvolver ações corretivas e preventivas capazes de agregar valor a produtos, serviços e corporações, de modo sustentável, minimizando danos socioambientais decorrentes dessas ações”. Donato (2008) pág.34.

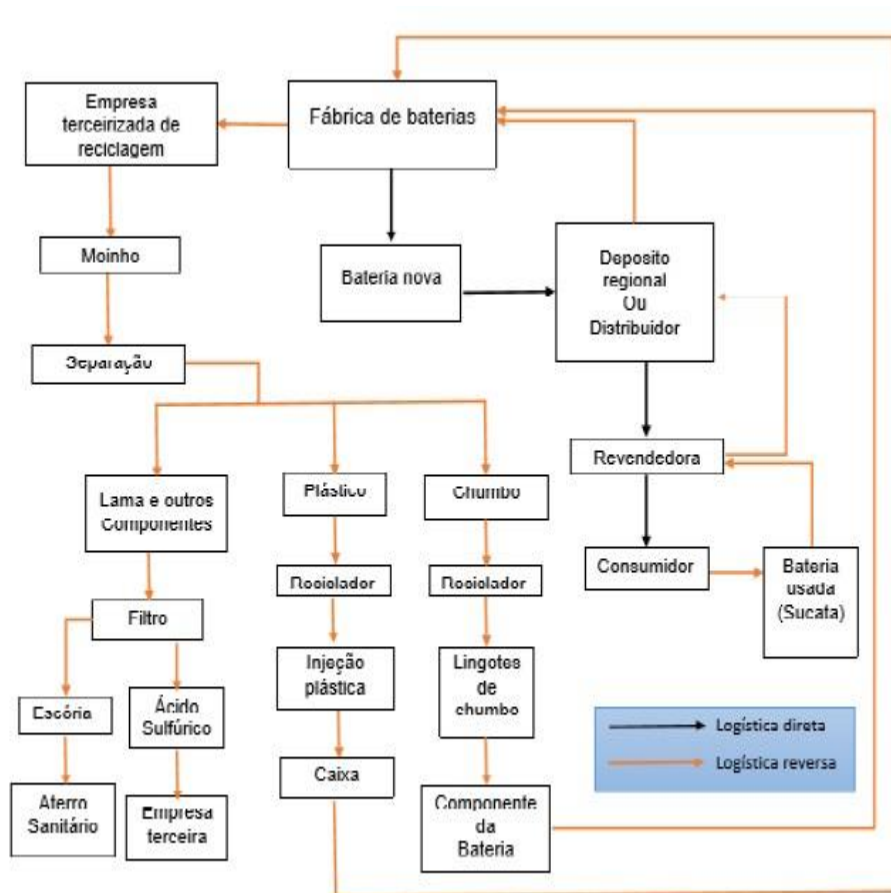
Responsabilidade Socioambiental Corporativa é o somatório dos investimentos realizados de certa empresa em ações de Responsabilidade Social, Cultural e Ambiental. O exercício de ações de responsabilidade social corporativa está associado à noção de sustentabilidade, que visa conciliar as esferas econômica, ambiental e social na geração de um cenário compatível à continuidade e à expansão das atividades da empresa no presente e no futuro (DONATO, 2008, p. 211).

5.3 A logística reversa nas indústrias de baterias automotivas

A Resolução nº 257 de 30 de junho de 1999 regulamenta aspectos da logística reversa das baterias veiculares. Segundo esta legislação específica:

As pilhas e baterias que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos, necessárias ao funcionamento de quaisquer tipos de aparelhos, veículos ou sistemas, móveis ou fixos, bem como os produtos eletroeletrônicos que as contenham integradas em sua estrutura de forma não substituível, após seu esgotamento energético, serão entregues pelos usuários aos estabelecimentos que as comercializam ou à rede de assistência técnica autorizada pelas respectivas indústrias, para repasse aos fabricantes ou importadores, para que estes adotem, diretamente ou por meio de terceiros, os procedimentos de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final ambientalmente adequada. (CONAMA, 1999).

Figura 6 - Fluxograma logística reversa



Fonte: Adaptado de Baenas (2008)

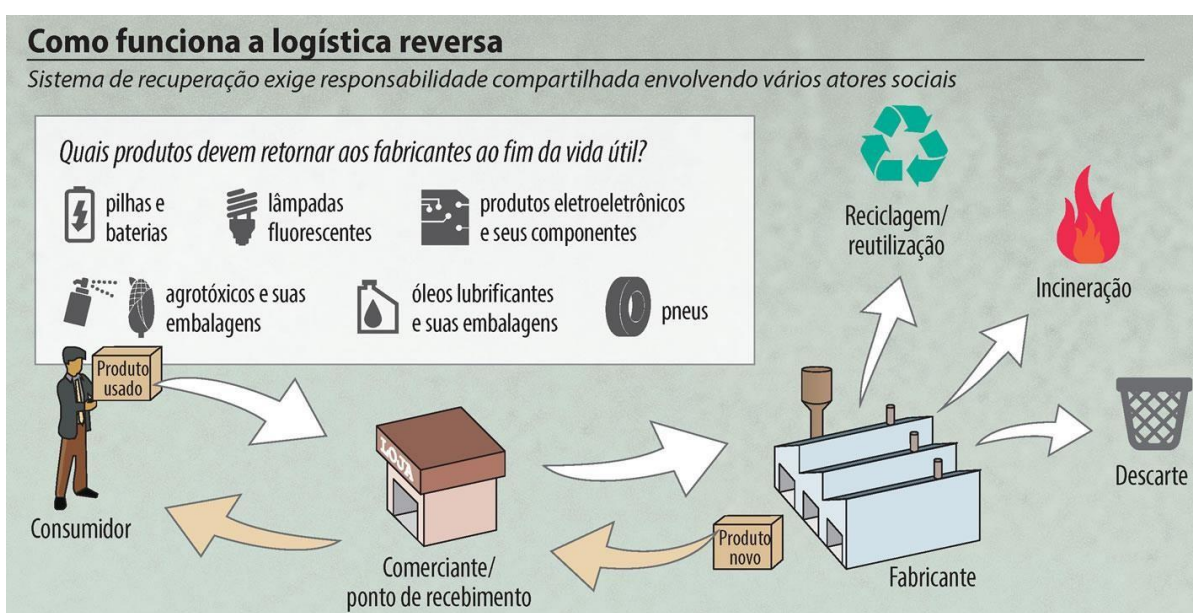
Por isso as empresas que fabricam baterias veiculares ou automotivas precisam se organizar quanto à logística reversa, se adequando então à legislação vigente tanto geral como específica e também contribuindo para a qualidade do meio ambiente.

No que diz respeito à legislação ambiental direcionada às indústrias de baterias automotivas, mais especificamente ao descarte inadequado de baterias e pilhas a Resolução nº 401, em 04 de novembro de 2008 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA afirma em seus artigos 4º e 6º que

Art. 4º Os estabelecimentos que comercializam os produtos mencionados no art 1º, bem como a rede de assistência técnica autorizada pelos fabricantes e importadores desses produtos, deverão receber dos usuários as pilhas e baterias usadas, respeitando o mesmo princípio ativo, sendo facultativa a recepção de outras marcas, para repasse aos respectivos fabricantes ou importadores.

Art. 6º As pilhas e baterias mencionadas no art. 1o, nacionais e importadas, usadas ou inservíveis, recebidas pelos estabelecimentos comerciais ou em rede de assistência técnica autorizada, deverão ser, em sua totalidade, encaminhadas para destinação ambientalmente adequada, de responsabilidade do fabricante ou importador.

A Lei nº 12.305 de agosto de 2010 em seu art. 33 obriga todos os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de produtos que geram resíduos tóxicos, como por exemplo, baterias e pilhas a desenvolverem um sistema de logística reversa dos mesmos após o uso pelo consumidor, independentemente do serviço público.



Fonte: www.senadofederal.com

Isso se deve ao fato de que a principal matéria-prima das baterias automotivas é o chumbo, que pode causar danos ao meio ambiente e à saúde humana caso não seja manipulado de forma adequada.

Schio (apud SARAIVA et al., 2013) diz respeito do risco que as baterias automotivas representam para o meio ambiente e a saúde humana acrescenta que se deve ao fato de que além de conter chumbo e ácido em sua composição, as baterias contêm material plástico de difícil degradação.

(...) um dos problemas que assolam nossa sociedade, tais como a degradação do ambiente, são causados pelo despejo inadequado de resíduos, falta de fiscalização sob o cumprimento as normas vigentes, além da exposição ou contato direto com substâncias perigosas, que podem resultar em doenças, como anemia, doenças cérebro vasculares, digestivas,

entre outras, sendo estes casos devido a exposição ao chumbo das baterias. (SCHIO, apud SARAIVA et al., 2013, p. 350).

Cerca de 90% do chumbo metálico são empregados na fabricação da grade da bateria, sendo que a produção de baterias automotivas consome mais de 70% da produção mundial de chumbo.

Correia et al. (2009) destacam que por isso é preciso que as empresas efetivem a logística reversa, já que os componentes utilizados para a montagem das baterias de chumbo-ácido apresentam alto potencial de reciclagem. Além disso, a não reciclagem de baterias automotivas representa grandes perdas de recursos econômicos e energéticos, sem contar que representam um risco ao meio ambiente e à saúde da população.

(...) de acordo com os dados divulgados pela CEMPRE (2008), em países desenvolvidos, a reciclagem está próxima de 95% de todas as baterias já usadas; já no Brasil, a reciclagem chegou a ser de 99,5% em 2007. Nas grandes áreas urbanas, essas reciclagens são mais fáceis, existindo algumas empresas que não vendem novas baterias sem receber a bateria usada em troca. Em áreas mais remotas, a recuperação torna-se mais difícil, e é por isso que as empresas se utilizam deste artifício de vender uma nova bateria, sendo ressarcido da antiga (CORREIA et al., 2009, p. 7).

Oliveira (2012) realizou uma pesquisa em uma empresa fabricante de baterias e afirmam que o processo de logística reversa tem início com o consumidor no momento em que ele compra uma bateria nova para seu veículo. Quando entrega a bateria gasta é abatido um valor da compra e é de responsabilidade do varejista o acondicionamento, armazenamento isolado e repasse para o distribuidor.

Posteriormente, quando a empresa entrega uma carga de baterias novas no comércio varejista, recebe um número igual de baterias usadas, emitindo uma nota de recebimento. Por meio desta nota o varejista então pode comprovar que está de acordo com o que exige a legislação, podendo deste modo comprovar para as entidades reguladoras que suas atividades estão adequadas.

A entrega frequente e periódica de baterias novas e o recolhimento das usadas como enfatiza Oliveira (2012) impede que estas últimas fiquem tempo demais com os varejistas, evitando então riscos de acidentes como vazamento de ácido.

Na empresa fabricante, como cita Oliveira (2012) as baterias ficam em local isolado e quando é juntado um volume considerável são então vendidas às indústrias de reciclagem que compram o material pelo preço de seu valor residual.

Nestas empresas de reciclagem os componentes são separados de acordo com sua composição e as baterias são trituradas.

Plástico e chumbo serão reutilizados na fabricação de novas baterias enquanto a solução eletrolítica é neutralizada e tratada, transformada em água industrial limpa ou misturada com soda cáustica ou com cal para neutralização (OLIVEIRA, 2012, p. 5).

Saraiva et al. (2013) ressaltam que a logística reversa de baterias automotivas deve ser prioridade para as empresas fabricantes principalmente porque é um produto perigoso e/ou de alto impacto ambiental quando descartado de forma inadequada.

Saraiva et al. (2013) mencionam que há ainda outras vantagens na prática da reciclagem deste produto como o aumento do valor agregado do produto e também a melhoria da imagem da organização. “(...) o reaproveitamento pode ser mais viável que a compra da matéria prima e devido a preocupação ambiental traz o reconhecimento da sociedade, tornando-se um fator de competitividade” (SARAIVA et al., 2013, p. 350).

A logística reversa de baterias automotivas então, além de necessária, é como observam Saraiva et al. (2013), uma oportunidade e uma vantagem competitiva sobre a concorrência.

6 METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada através do método estudo de caso que segundo Yin (2005 apud GIL, 2010) consiste no delineamento mais adequado para se investigar um fenômeno atual dentro de seu contexto real, onde os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente percebidos. Segundo Marconi e Lakatos (2001), “constitui-se, em geral, no levantamento de dados no próprio local onde os fenômenos ocorrem. Esses dados podem ser obtidos de duas maneiras: por meio da pesquisa de campo ou da pesquisa de laboratório”.

O estudo foi realizado em uma abordagem qualitativa com natureza exploratória tendo como objeto de estudo as baterias de chumbo-ácido que são utilizadas na cadeia da logística reversa. A coleta de dados foi realizada através de entrevistas com funcionários da empresa.

Martins (2008) considera que esta técnica de pesquisa tem por objetivo básico entender e compreender o significado que os entrevistados atribuem a questões e situações, em contextos que não foram estruturados anteriormente, com base nas suposições e conjecturas do pesquisador. As entrevistas ajudaram a buscar informações detalhadas sobre tema específico, com objetivos de levantar motivações, percepções e atitudes.

As entrevistas foram realizadas com a finalidade de obtenção de dados sobre os principais aspectos que envolvem a adoção de práticas de logística reversa de baterias automotivas. O estudo foi desenvolvido em uma empresa fabricante de baterias na cidade de Bauru-SP.

Para a elaboração desse trabalho foi necessário se realizar uma revisão na literatura na área de logística reversa e baterias automotivas, uma vez que permite o conhecimento sobre o tema abordado enriquecendo o trabalho em si. Foi utilizada a consulta a livros, plataformas acadêmicas como SCIELO e Google Acadêmico.

7. ESTUDO DE CASO (Empresa Cral Baterias)

7.1 A Empresa

A empresa Cral (Comercial Revendedora de Acumuladores Ltda) está localizada em Bauru, cidade da região central de São Paulo, atuando no mercado de reposição e exportação de acumuladores elétricos desde 1965.

Tendo uma área de aproximadamente 100.000 m², sendo 50 mil m² de área fabril e 50 mil m² de preservação ambiental, a Cral gera em torno de 1.000 empregos diretos e indiretos.



Fonte: < http://cral.com.br/meio_ambiente.asp/>

A Cral está inserida no mercado de reposição e exportação de baterias automotivas com inúmeros pontos de reposição abrangendo todos os estados brasileiros além de atuar em países do Mercosul.

Em 2012 iniciou um trabalho para fornecer baterias diretamente às montadoras de tratores e máquinas agrícolas, com a homologação da Embraer juntamente com parceria que atende aeronaves agrícolas.

7.2 Aspecto Ambiental

A CRAL, no aspecto ambiental, além das certificações busca atrair os seus consumidores para a conscientização ambiental. A busca pela excelência de qualidade é uma busca contínua pela empresa, com certificações desde 2002 e a

formação de gestores da qualidade e colaboradores que por meio de treinamentos seguem as diretrizes e se adaptam aos procedimentos operacionais.

Em março de 2004 a certificação ISO 9001 ampliou sua participação no mercado, oferecendo mais satisfação aos clientes, redução de custos, e melhoria na produção. A Cral busca também a ISO 14001, norma que certifica a qualidade no sistema de gestão ambiental da corporação.

Essa busca pela qualidade é uma forma de valorizar o ser humano e oferecer também qualidade aos colaboradores, esse viés cria uma cultura equilibrada e comprometida com a sustentabilidade e transparência.



Fonte: < http://cral.com.br/meio_ambiente.asp/ >

A CRAL tem várias certificações comprovando sua qualidade e busca constante pela excelência. Nesse sentido, a empresa que visa o aperfeiçoamento tem maiores chances de atingir o sucesso e oferecer aos seus consumidores um produto de alta qualidade, além de expressar sua preocupação com as normas vigentes.



Fonte: < http://cral.com.br/meio_ambiente.asp/>

7.3 Logística Reversa

A CRAL adotou a política de Logística Reversa para garantir o destino correto a seus resíduos. Cada um deles tem uma destinação adequada de acordo com as leis ambientais e as políticas da empresa, pois dar tratamento adequado para as baterias usadas é tão importante quanto produzir as baterias. O Brasil não possui grandes reservas de chumbo, por isso a maior fonte de abastecimento de chumbo é a reciclagem, principalmente das baterias usadas. O processo de reciclagem depende basicamente de três fatores: consciência do consumidor em devolver a bateria ao fabricante, o fabricante receber e dar o destino correto às mesmas, e empresas ambientalmente corretas capazes de receber e reciclarem essas baterias sem causar danos ao meio ambiente.

A reciclagem consiste em abrir as baterias e separar seus componentes. Os componentes de plástico (caixas e tampas), depois de retirados a solução de ácido sulfúrico e placas de chumbo, as mesmas são lavadas, moídas e extrusadas de modo a obter a forma ideal para serem transformadas novamente em caixas e tampas novas.

Os componentes de chumbo (placas e conectores) são submetidos a processos pirometalúrgicos em fornos rotativos onde são transformados novamente em chumbo metálico com as mesmas propriedades físicas e químicas do chumbo primário.

A solução de bateria reciclada é separada de acordo com a sua concentração onde a mais concentrada é destinada ao tratamento da Antares Reciclagem, empresa para tratamento e gerenciamento final de efluentes e resíduos ácidos e básicos, para reutilização do ácido. Eles fazem a coleta na empresa e reciclagem

com emissão de certificado de destinação final ambientalmente seguro. A solução menos concentrada é destinada à estação de tratamento de efluente onde são removidos os metais pesados presentes na mesma e neutralizado a carga ácida; depois deste tratamento a água é reaproveitada na empresa.

Segundo a resolução CONAMA 401/2008 as baterias devem ser devolvidas aos revendedores ou a rede de assistência técnica autorizada para repassar aos fabricantes ou importadores. Atendendo à resolução do CONAMA o fabricante é obrigado a fazer a coleta das baterias de chumbo-ácido para procedimento de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final ambientalmente adequada. Portanto, após seu esgotamento energético as baterias deverão ser entregues pelos usuários aos estabelecimentos que as comercializam ou a rede de assistência técnica autorizada pelo fabricante, sendo todos obrigados a aceitá-la não importando sua marca e nem se o estabelecimento faz ou não a comercialização da bateria a ser entregue. O manuseio e, ou, disposição inadequada de baterias veiculares usadas degrada o meio ambiente e pode ser prejudicial à saúde.

7.4 Reaproveitamento do Chumbo

O processo de reciclagem utilizado pelos fabricantes de baterias automotivas no mundo todo é conhecido como pirometalúrgico. No Brasil, é a principal forma de obtenção do chumbo, já que a extração de minérios desse elemento químico é muito pequena (15 mil toneladas/ano). Portanto, restam à indústria automotiva nacional duas opções: a reciclagem do chumbo das baterias exauridas ou a importação do produto (ROCHA, 2018).

Atualmente, cerca de 55% do chumbo metálico produzido no mundo é procedente de reciclagem. No Brasil, quase a totalidade das indústrias em que o chumbo metálico é matéria prima utilizam o processo pirometalúrgico para a recuperação desse metal. Nele, a massa ativa proveniente das baterias automotivas é aquecida, juntamente com carvão, limalha de ferro e areia (sílica), em fornos que atingem altas temperaturas (1.000 °C a 1.200 °C). Assim são obtidos os lingotes de chumbo metálico.

Ao contrário de outros materiais que agridem o ambiente por não serem reciclados, o chumbo pode causar problemas justamente durante o seu reaproveitamento. “A intoxicação por chumbo pode ter consequências gravíssimas

sobre a saúde do trabalhador, com efeitos que se refletem de forma intensa, não apenas sobre a sua capacidade de trabalho, mas sobre as suas possibilidades de vida” (ANTONAZ, 1992, p. 3).

O reaproveitamento de Chumbo da Cral é terceirizado, realizado pela empresa Nappi Metais (Frey & Stuchi Ltda). Com uma área industrial de 390 mil metros quadrados, em Pindorama (SP), a recicladora, que fatura R\$ 700 mil/ano, investiu U\$ 2 milhões em modernização e logística para atender à demanda de grandes empresas automobilísticas e fabricantes de baterias de chumbo-ácido. A empresa, primeira autorizada a reciclar chumbo no estado de São Paulo, conseguiu o licenciamento após remodelar as instalações, condicionadas a um termo de ajuste de conduta junto ao Ministério Público.



Fonte: <http://www.nappimetais.com/>

Com 160 funcionários, a fábrica recebe sucata para a produção mensal de 3 mil toneladas de chumbo puro e ligas especiais que retornam aos clientes.

A Nappi Metais é uma empresa certificada com o ISO 14001, garantindo seu comprometimento com a sustentabilidade. A preocupação com a natureza se faz presente em todas as etapas e atividades da empresa, visando sempre a melhoria contínua e preservação ambiental.

Além disso, a Nappi Metais possui 70 mil metros quadrados de reserva legal, com árvores nativas sendo conservadas e com o constante plantio de novas mudas, que preservam a riqueza da flora e fauna da região.

A Nappi Metais busca oferecer qualidade através de práticas e ações embasadas no comprometimento com as pessoas e no cuidado com o meio ambiente, como, por exemplo, monitoramentos periódicos da qualidade da água, do solo e do ar; estação de tratamento de águas pluviais; e aterro próprio e licenciado para disposição de resíduos sólidos.



Fonte: <http://www.nappimetais.com/>

O índice de reciclagem máximo de chumbo no Brasil atinge seu patamar recuperando 11 milhões de baterias por ano, com peso médio de 9 quilos, cada. Mesmo com a produção de 90 mil toneladas anuais de chumbo secundário (reciclado) o País ainda importa - do Peru e Argentina - cerca de 60 mil toneladas anuais para atender a demanda. Há cerca de 60 empresas recicladoras de chumbo no País - apenas oito delas de grande porte - que movimentam U\$ 55 milhões por ano.

A reciclagem do metal contido na bateria no Brasil está em torno de 93% para o período 1999 – 2007. Os Estados Unidos reciclou próximo de 99% no período de 1999 – 2003.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No cenário contemporâneo cada vez mais temas como reciclagem e reutilização farão parte do cotidiano das pessoas e das empresas. A responsabilidade ambiental transforma-se então em um diferencial competitivo.

Adotar práticas de destinação correta dos resíduos da produção e ainda aos produtos e embalagens que possam ser reciclados e reutilizados após o uso, como é o caso de baterias automotivas, apesar dos custos envolvidos, reverte-se em benefícios para as empresas principalmente quanto à imagem junto à sociedade e ao público consumidor.

No caso das baterias automotivas, são produtos com alto teor de substâncias consideradas perigosas como o chumbo, que além do comprometimento do solo e mananciais, prejudica também a saúde das pessoas.

No ser humano o chumbo causa alterações sanguíneas e renais; problemas respiratórios, ósseos e ainda acarreta perda da capacidade intelectual. Já no meio ambiente o chumbo é fonte de poluição do solo, da água e do ar, contaminando organismos vivos e colocando em risco o equilíbrio ambiental.

A logística reversa nas indústrias de baterias, além de todos os benefícios citados, torna o processo produtivo mais eficiente na medida em que tanto o planejamento quanto o controle passam a integrar esta atividade, podendo ainda gerar formas de retorno inclusive financeiro.

Na verdade, a empresa só tem a ganhar com a logística reversa, que funciona também como um fator que agrega valor aos seus produtos; e ao fazer parte do planejamento estratégico, conduz a uma economia de recursos, de custos de produção, propiciando ainda a pesquisa de novos materiais que possam gerar produtos ambientalmente mais corretos.

Enquanto em outros países desenvolvidos é uma realidade mais disseminada no cenário empresarial, a logística reversa aos poucos vem sendo efetivada no Brasil, sendo acompanhada, via de regra, pela necessidade de adequação à legislação ambiental e também porque as empresas vão reconhecendo sua importância para agregar valor ao processo produtivo.

O ideal é que as empresas fabricantes de baterias automotivas tornassem do gerenciamento da logística reversa um componente de seu planejamento estratégico.

Os gestores devem pensar ainda que não se trata apenas de uma bateria que volta para a empresa que a fabricou e sim uma bateria a menos que poderia ser acondicionada de forma inadequada e contaminar o meio ambiente. Além disso, a bateria já usada, certamente será aproveitada na maior parte de sua composição. Este reaproveitamento dos materiais representa redução de custos na produção de uma bateria nova.

A logística reversa é uma tendência em crescimento, principalmente porque é um processo que beneficia pessoas, o meio ambiente e as empresas. As empresas do setor devem implementar um programa de logística reversa, apesar dos esforços a serem despendidos, pois é compensatório, principalmente na relação custo/benefício. Toda empresa que deseja conquistar o consumidor precisa demonstrar sua preocupação com o ser humano e o meio ambiente.

No caso das baterias automotivas, deve-se ressaltar também que a tendência do setor de produção é de pleno crescimento, já que no cenário contemporâneo a indústria automobilística vem experimentando um processo de crescimento muito grande. Mais carros requerem mais baterias e principalmente, a implementação de uma logística reversa eficiente e que atenda a todos os interesses.

REFERÊNCIAS

ANTONAZ, D. **Não fique chumbado. A contaminação por chumbo e os trabalhadores telefônicos.** SINTTEL. Sindicato dos Telefônicos do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 1992.

BALBÃO, Mariangela Salviato; RIBEIRO, Luciane Meire; ALLIPRANDINI, Dario Henrique. **Caracterização do Papel da Função Produção em Indústrias de Pequeno Porte (SME) da Cidade de São Carlos:** um estudo de casos. Anais... XXIV Encontro Nac. de Eng. de Produção, Florianópolis, p. 442-49, nov.2004.

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da Cadeia de Abastecimento:** planejamento, organização e logística empresarial. 4 eds. Porto Alegre: Bookman, 2001.

BNDES. **Baterias automotivas:** panorama da indústria no Brasil, as novas tecnologias e como os veículos elétricos podem transformar o mercado global. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/1511/3/A%20mar37_11_Baterias%20automotivas-panorama%20da%20ind%C3%BAstria%20no.pdf> Acesso: 29 out. 2018.

BOCCHI, Nerilso; FERRACIN, Luiz Carlos; BIAGGIO, Sonia Regina. Pilhas e baterias: funcionamento e impacto ambiental. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 11, p. 3-9, mai.2000.

BORNIA, Antonio Cezar; LORANDI, Joisse Antonio. O Processo de Desenvolvimento de Produtos Compartilhado na Cadeia de Suprimentos. **Revista FAE**, Curitiba, v. 11, n. 2, p.35-50, dez.2008.

BOWERSOX, Donald J., CLOSS, David J. **Logística Empresarial – o Processo de Integração da Cadeia de Suprimento.** São Paulo: Atlas, 2001.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília: D.O.U. de 03 ago.2010.

CAPIXABÃO, GUIA DA CIDADE, Disponível em: <www.capixabao.com> Acesso em 01 out. 2018.

CASTRO, Bernardo Hauch Ribeiro de; BARROS, Daniel Chiari; VEIGA, Suzana Gonzaga da Veiga. Baterias Automotivas: panorama da indústria no Brasil, as novas tecnologias e como os veículos elétricos podem transformar o mercado global. **Revista BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, v. 37, p. 443-96, 2013.

CHIAVENATO, Idalberto. **Comportamento Organizacional:** a dinâmica do sucesso das organizações. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

CHIAVENATO, Idalberto. **Introdução a Teoria Geral da Administração.** 4 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

CHRISTOPHER, Martin. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: estratégias para a redução de custos e melhoria dos serviços.** São Paulo: Pioneira, 1997.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente **Resolução nº 401, de 4 de novembro de 2008.** Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências. Brasília: D.O.U. de 05 nov.2008.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 257, de 30 de junho de 1999.** Brasília: D.O.U. de 22 jul.1999.

CRAL . **Baterias Cral.** Disponível em: < http://cral.com.br/meio_ambiente.asp/>
Acesso em: 22 out. 2018.

CURY, Antônio. **Organização e Métodos: uma visão holística.** 6 eds. São Paulo: Atlas, 2000.

DIAS, Marco Aurélio Pereira. **Administração de Materiais: uma abordagem logística.** São Paulo: Atlas, 1983.

DONATO, Vitório. **Logística Verde: uma abordagem sócio-ambiental.** 2 eds. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2008.

FERNANDES, Pedro Onofre. Economia da Informação. **Revista Ciências da Informação,** Brasília, v. 20, n. 2, p. 165-168, dez.1991.

FERRAES NETO, Francisco; KUEHNE JÚNIOR, Maurício. **Logística Empresarial.** Coleção Gestão Empresarial. Curitiba: Associação Franciscana de Ensino Senhor Bom Jesus, 2002. p. 39-50.

FLEURY, Paulo Fernando. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: planejamento do fluxo de produtos e dos recursos.** São Paulo, Atlas, 2003.

FLEURY, Paulo Fernando; WANKE, Peter; FIGUEIREDO, Kleber Fossati (Orgs.). **Logística Empresarial: a perspectiva brasileira.** São Paulo: Atlas, 2007.

GASNIER, Daniel Georges. **A Dinâmica dos Estoques.** São Paulo: IMAM, 2002.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de pesquisa.** São Paulo: Atlas, 1991.

GRIFFIN, Abbie. Decisões de Produto e Papel do Marketing no Desenvolvimento de Novos Produtos. In: CZINKOTA, Michael R.; DICKSON, Peter R.; DUNNE, Patrick Dunne et al. (Orgs.) **Marketing: as melhores práticas.** Porto Alegre: Bookman, 2002, p. 226-259.

HOJI Masakazu. **Administração Financeira e Orçamentária.** 7 eds. São Paulo: Atlas, 2008.

KOTLER, Philip; ARMSTRONG, Gary. **Princípios de Marketing**. Rio de Janeiro: Prentice Hall, 2008.

KOTLER, Philip; KELLER, Kevin Lane. **Administração de Marketing**. 12. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

KOTLER, Philips . **Administração de Marketing**. São Paulo: Atlas, 1986.

KOTLER, Philips. **Administração de Marketing**: análise, planejamento, implementação e controle. 5 eds. São Paulo: Atlas, 1998.

LACERDA, Leonardo. **Logística Reversa**: uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais. Disponível em: <www.cel.coppead.ufrj.br> Acesso em: 08 out.2018.

LAS CASAS, Alexandre Luzzi. **Marketing**: conceito, exercício, casos. 3 eds. São Paulo: Atlas, 2008.

LEITE, Paulo Roberto. Logística Reversa: nova área da logística empresarial. **Revista Tecnológica**, São Paulo, n. 78, mai.2002.

MONTEIRO, Mariana Ribeiro; MACHADO, André Gustavo Carvalho. Estratégias de Inovação: estudo de casos em empresas do setor de *software*. **Revista gestão Industrial**, Ponta Grossa, v. 9, n. 1, p. 194-224, 2013. ISSN: 1808-0448.

MONTORO FILHO, André Franco. **Contabilidade Social**: uma introdução à macroeconomia. São Paulo: Atlas, 1992.

MARCONI, Marina de Andrade, LAKATOS, Eva Maria, “**Metodologia do Trabalho Científico**”, São Paulo – SP: Editora Atlas S.A., 2001

MORAIS, Ana Flávia de Castro; ROCHA, Andréa Mara da Cruz; MAIA, Camilla Rafaela Alves (Orgs.) **Guia Para Melhoria de Processos do Governo de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Imprensa Oficial do Estado, 2009.

MOREIRA, Daniel A. **Administração da Produção e operações**. 5 eds. São Paulo: Pioneira, 2000.

NICKELS, William G.; WOOD, Marian Burk. **Marketing**: relacionamentos, qualidade e valor. Rio de Janeiro: LTC, 1998.

NOVAES, Antônio Galvão. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição**: estratégia, operação e avaliação. 2 ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

OLIVEIRA, Geresa Tinasi de; MAIA, Jonas Lúcio; MARTINS, Roberto Antonio. Estratégia de Produção e Desenvolvimento de Produto em uma Empresa do Setor de Cosméticos. **Revista Sistemas & Gestão**, Niterói, v. 1, n. 1, p. 58-74, abr. 2006. ISSN: 1980-5160.

OLIVEIRA, Luís Martins de. PEREZ JR. José Hernandez; SILVA, Carlos Alberto dos Santos. **Controladoria Estratégica**. 2 eds. São Paulo: Atlas, 2004.

OLIVEIRA, Marcel Mariano de. Logística Reversa: um estudo operacional das baterias automotivas em Campo Grande, MS. **Revista AGEAM**, Campo Grande, v. 1, p. 1-7, fev.2012.

OLIVEIRA, Otávio José de; OLIVEIRA, Alessandra Bizan de; ALMEIDA, Renan Augusto de. Diretrizes para Implantação de Sistemas de Segurança e Saúde do Trabalho em Empresas Produtoras de Baterias Automotivas. **Revista Gestão da Produção**, São Carlos, v. 17, n. 2, p. 407-419, 2010.

PADILHA, Paulo Roberto. **Planejamento Dialógico**: como construir o projeto político-pedagógico da escola. São Paulo: Cortez, 2001.

PIAZZA, César Augusto Della; COLPAS, Cristiane Meneghel Dorizotto; FIGUEIREDO, Paulo Jorge Moraes Figueiredo et al. A Logística Reversa e suas Contribuições Ambientais. **Revista Fórum Ambiental da Alta Paulista**, Tupã, v. III, 2007. ISSN: 1980-0827.

PIRES, Nara. **Modelo para a Logística Reversa dos Bens de Pós-consumo em um Ambiente de Cadeia de Suprimentos**. 2007. 278 f. Tese (Doutorado em Engenharia de produção. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

RAZZOLINI FILHO, Edelvino. **Logística Empresarial no Brasil**. IBPEX, 2007.

ROCHA, Valda. Paradoxo da Reciclagem. **Univerciencia**. São Carlos: UFSCar, 2002. Disponível em <www.univerciencia.ufscar.br/n_2_a1/chumbo.pdf> Acesso em: 29 out. 2018.

SALERNO, Mario Sérgio. **Projeto de Organizações Integradas e Flexíveis**: processos, grupos e gestão democrática via espaços de comunicação-negociação. São Paulo: Atlas, 1999.

SARAIVA, Iara Khryscia Rodrigues; SILVA, Fabiana Santos da; MELO, Vinício Aparecido de Lima. **Desenvolvimento Sustentável e a Logística Reversa de Baterias Automotivas**. Anais... IV FATECLOG Congresso de Logística das Faculdades de Tecnologia do Centro Paula Souza. Jaú: 2013.

SCARTEZINI, Luís Maurício Bessa. **Análise e Melhoria de Processos**. Goiânia: 2009. (Apostila).

SENADO. Disponível em: www.senado.com.br. Acesso em 01 out. 2018.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

TORRES, Divonir Ribas Teixeira. Análise da Produção em Sistemas de Produção. **Revista Publicatio UEPG**, Ponta Grossa, n. 1, p. 53-66, 2001.

TULESKI, Yumi Mori. **Mix de Marketing**: 4 P's (Produto, Preço, Promoção e Praça). Disponível em: < www.cedet.com.br > Acesso em: 09 out.2018.

VALLE, Cyro Eyer do. **Qualidade ambiental. ISO 14000**. 5 ed. São Paulo: Editora SENAC, 2004.

VIANA, João José. **Administração de Materiais: um enfoque prático**. São Paulo: Atlas, 2000.

FAAG- FACULDADE DE AGUDOS

FERNANDO MENESES DE CARVALHO

MURILO NIZA PRADO

MELHORIA NA QUALIDADE DO SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO:

UM ESTUDO DE CASO

AGUDOS- SP

2018

FACULDADE DE AGUDOS- FAAG

FERNANDO MENESES DE CARVALHO

MURILO NIZA PRADO

**MELHORIA NA QUALIDADE DO SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO:
UM ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Examinadora do Curso de Engenharia de Produção, Faculdade de Agudos, sob a Orientação do Prof. Dr. Euro Marques Júnior.

AGUDOS- SP

2018

FERNANDO MENESES DE CARVALHO
MURILO NIZA PRADO

**MELHORIA NA QUALIDADE DO SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO:
UM ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Examinadora do Curso de Engenharia de Produção, Faculdade de Agudos, sob a Orientação do Prof. Dr. Euro Marques Júnior.

Aprovado em: __/__/__

Banca Examinadora:

AGRADECIMENTOS

Murilo:

Primeiramente a Deus que permitiu que tudo isso acontecesse, ao longo de minha vida.

À minha esposa Luana e minha filha Maria, que nos momentos de minha ausência dedicados aos estudos, sempre fizeram entender que o futuro é feito a partir da constante dedicação no presente! Me trazendo esperança e carinho para vencer essa etapa da vida.

Aos meus pais, irmãos, sogro, sogra e a toda minha família que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

Ao meu amigo/irmão, o que dizer a você Fernando? Obrigado pela paciência, pelo incentivo, pela força e principalmente pelos ensinamentos. Valeu a pena todo sofrimento, todas as renúncias... Valeu a pena esperar... Hoje estamos colhendo, juntos, os frutos do nosso empenho.

Aos professores e colaboradores da FAAG e toda sua equipe pelos ensinamentos e disposição para solucionar os problemas da melhor forma possível.

Fernando:

Agradeço primeiramente a Deus, pela saúde, oportunidade e capacidade em absorver mais experiências.

À minha incrível esposa pela compreensão de minha ausência em vários momentos e eventos que não pude comparecer em virtude do tempo dedicado aos estudos.

Aos meus professores e colaboradores da FAAG que sempre se colocaram a disposição e serviram de exemplo para que eu me tornasse um profissional de alto nível e profissionalismo.

RESUMO

Este estudo tem como objetivo evidenciar a necessidade de um retrofit no sistema de climatização da Faculdade de Agudos (FAAG). Para isso foram realizadas comparações entre a condição atual dos ambientes e uma condição futura, que pode proporcionar melhorias na qualidade do ar, com renovação de ar que atende as normas e lei em vigor, redução no consumo de energia, com a utilização de equipamentos tipo VRF de alto desempenho e controles micro processados, diminuição do custo de manutenção corretiva, utilização de equipamentos que funcionam com fluido ecologicamente correto que evitam a destruição da camada de ozônio e aumento do efeito estufa.

Palavras chave: Ar Condicionado, Qualidade do Ar, Conforto Térmico, Consumo de Energia Elétrica, Retrofit, VRF, Custo de Manutenção Corretiva.

ABSTRACT

This study aims to demonstrate the need for a retrofit in the air conditioning system of the Faculty of Agudos (FAAG). For this, comparisons were made between the current condition of the surroundings and a future condition, which can provide improvements in air quality, with air renewal that complies with current norms and law, reduction of energy consumption, with the use of standard equipment High performance VRF and microprocessed controls, reduced corrective maintenance cost, and use of equipment that works with environmentally friendly fluid that prevents ozone depletion and increased greenhouse effect.

Keywords: Air Conditioning, Air Quality, Thermal Comfort, Electric Power Consumption, Retrofit, VRF, Corrective Maintenance Cost.

ABREVIATURAS

HVAC – Aquecimento, Ventilação, Ar Condicionado e Refrigeração

CFC- Clorofluorcarboneto

HCFC- Hidroclorofluorcarboneto

UV- Radiação Ultravioleta

IIR- International Institute Of Refrigeration

CONAMA- Conselho Nacional do Meio Ambiente

ANVISA- Agencia Nacional de Vigilancia Sanitária

INMETRO- Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

FAAG- Faculdade de Agudos

MEC- Ministério da Educação e Cultura

PMOC – Plano de Manutenção Operação e Controle

ABNT- Associação Brasileira de Normas e Técnicas

EER- Energy Efficiency Ratio- Eficiencia de Energia

BTU/H- Unidades Térmicas Britanicas

COP- Coefficient Of Performance- Coefiencia de Desempenho

KW – Quilowatt

ONU – Organização das Nações Unidas

MMA- Ministério do Meio Ambiente

IBAMA- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais

PIB- Produto Interno Bruto

VRF-Fluxo de Gás Refrigerante Variável

ACJ – Ar Condicionado de Janela

GTMME- Grupo Técnico para Eficientização de Energia nas Edificações no País

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 1- Evolução da quantidade de artigos sobre Ar Condicionado	11
Figura 1- Faculdade de Agudos	17
Figura 2- Sala de Aula da FAAG (Faculdade de Agudos)	26
Figura 3- Sala de Aula da FAAG (Faculdade de Agudos)	27
Figura 4- Exemplo de unidades Split.....	28
Figura 5- Exemplo de unidades VRF	29
Quadro 1- Comparativo entre os sistemas	32

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
1.1. JUSTIFICATIVA.....	11
1.2. PROBLEMÁTICA E PROBLEMA.....	13
1.3. HIPÓTESE	14
1.4. OBJETIVOS	14
1.5. PROCEDIMENTOS METODÓLOGICOS.....	16
1.6 AMOSTRA.....	Erro! Indicador não definido.
2. DESENVOLVIMENTO	Erro! Indicador não definido.
2.1 ÍNDICE DE EFICIÊNCIA DE ENERGIA E COEFICIENTE DE DESEMPENHO	20
2.2 VIABILIZAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS ECOLOGICAMENTE CORRETOS	21
2.3 PROTOCOLO DE MONTREAL	23
2.4 HCFCs, CFC	24
2.5 ANÁLISE DOS DADOS DE DIMINUIÇÃO DO CUSTO DE MANUTENÇÃO CORRETIVA.....	26
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	35
REFERÊNCIAS	Erro! Indicador não definido.

1. INTRODUÇÃO

A primeira identidade contemporânea de ar condicionado foi criada em 1902 por Willis Carrier, em Buffalo, nos EUA. Posteriormente formado em engenharia mecânica na Universidade Cornell, Carrier foi trabalhar para a empresa metalúrgica Buffalo Forge Company, Carrier metodificou que poderia deslocar a umidade da gráfica pelos resfriamentos do ar. Segundo aquele princípio, pesquisou e compôs inicialmente o aparelho de ar condicionado, que iria inaugurar a sua realização em 17 de julho de 1902.

Futuramente, a tecnologia de Carrier foi empregada para estender o rendimento nos postos de trabalho e a crescente procura daquela tecnologia levou à invenção da empresa Carrier Air Conditioning Company of America, hoje uma grande indústria de HVAC-R (aquecimento, ventilação, ar condicionado e refrigeração). Com o passar do tempo, o ar condicionado veio a ser empregado também para o conforto interior em residências e em automóveis. Na década de 1950, a utilidade de ares condicionados domésticos expandiu-se de forma exponencial.

Em 1906, outro norte-americano, Stuart W. Cramer, estava a valer-se de formas de adicionar umidade ao ar, na sua fábrica têxtil. Willis Carrier assumiu também a conclusão e englobou no nome da sua empresa. Este tipo de evaporação de água no ar para acarretar um resultado de arrefecimento, conhecida como "arrefecimento evaporativo".

No começo, os ares condicionados e frigoríficos utilizavam gases tóxicos ou inflamáveis como a amônia, o clorometano e o propano, o que poderia decorrer em acontecimentos inflamáveis se houvesse um vazamento. Para evitar os riscos, Thomas Midgley Junior, criou o freon em 1928. O nome "freon" forma uma marca comercial detida pela multinacional DuPont, adotando a qualquer refrigerante dos tipos clorofluorcarboneto (CFC), CFC hidrogenado (HCFC) ou hidroflurcarboneto (HFC).

Onde o indicador de cada número em informa sua composição molecular (ex.: R-11, R-12, R-22 e R-134A). A mistura mais usada no ar condicionado de conforto de expansão direta é um HCFC conhecido como "clorodifluorometano" ou "R-22". Que deixou de ser utilizado em equipamentos novos no ano de 2010 e deverá ser completamente descontinuado em 2040. O R-12 foi um composto muito

utilizado em ares condicionados de automóveis, sendo substituído pelo R-134A. Têm se crescido inúmeros tipos de refrigerantes menos prejudiciais para a camada de ozono - como o R-410A - aos poucos substituindo os antigos refrigerantes mais prejudicial.

O aperfeiçoamento em termos de tecnologia de ar condicionado têm vindo a desenrolar-se, agora com uma ênfase implantada no crescimento da eficiência energética e na melhoria da qualidade do ar interior. A diminuição do impacto em termos de mudanças climáticas compunham uma relevante área de inovação, uma vez que, além das emissões de gás associadas ao uso de energia pelos sistemas de ar condicionado, os CFC, HCFC e HFC são, eles próprios potentes gases de estufa, quando vazados para a atmosfera. Por exemplo, o R-22 (também conhecido como "HCFC-22") tem um potencial de aquecimento global cerca de 1800 vezes acima ao do dióxido de carbono (CO₂). Como uma alternativa aos refrigerantes convencionais, têm sido propostas alternativas naturais como o CO₂.

Atualmente no mercado de ar condicionado usa-se o termo *Retrofit* para a substituição de equipamentos antigos por novos, o mesmo é utilizado principalmente em engenharia para designar o processo de modernização de algum equipamento já considerado obsoleto ou fora de norma. Os equipamentos atuais são do tipo split, trabalham com o fluido refrigerante R22 que é um HCFC, (hidroclorofluorcarbono) e o cloro por sua vez, é o principal responsável pela destruição da camada de ozônio, uma única molécula de cloro pode destruir milhares moléculas de ozônio.

Com maior poder de destruição que HCFC há o CFC que é a sigla de clorofluorcarboneto, também chamado de clorofluorcarbono. Trata-se de uma classe de substâncias sintéticas gasosas que, como o próprio nome já indica, têm em sua base a combinação dos elementos cloro, flúor e carbono. Por se tratar de um grupo de compostos, são comumente referenciados no plural CFCs.

O primeiro CFC foi criado pela GM e, a princípio, parecia ser uma descoberta que só traria benefícios, pois seu custo de produção era baixo, o armazenamento era fácil e ele possuía diversas aplicações: podia ser usado como gás de refrigeração em geladeiras, freezers e aparelhos de ar condicionado; gás propelente (usado em aerossóis); expansão de plásticos e solventes. A excelente relação custo-benefício que os CFCs ofereciam à indústria foi mais que suficiente

para torná-los substitutos de gases como amônia, cloreto de metil e dióxido de enxofre.

A partir de 1928 os compostos passaram a ser produzidos em larga escala. Na década de 70, a Dupont, produtora de CFCs, deu ao composto o nome comercial “Fréon”. Os CFCs reinaram absolutos até 1974, quando a dupla de químicos norte-americanos Sherwood Roland e Mario Molina descobriram que esse gás não era tão inofensivo quanto se imaginava. Apesar de não serem prejudiciais à saúde, os causam sérios danos à camada de ozônio, sendo cerca de 20 mil vezes mais nocivos que o dióxido de carbono.

Ao ser liberado na atmosfera, o CFC concentra-se na estratosfera, onde fica a camada de ozônio, e lá é decomposto pela radiação UV emitida pelo sol. Essa reação de decomposição é chamada de fotólise e libera o radical livre cloro. O cloro, por sua vez, reage com o ozônio, produzindo oxigênio gasoso e monóxido de cloro. O monóxido de cloro reage novamente com o ozônio, liberando mais duas moléculas de oxigênio gasoso e uma de cloro, que reage novamente com o ozônio.

Desse modo é estabelecido um ciclo que se repete até quando o cloro se combina a uma substância de maior densidade, capaz de levá-lo para camadas mais baixas da atmosfera, ou até quando o elemento reage formando um composto resistente à fotólise. Enquanto uma dessas alternativas não se concretiza, o cloro pode levar até 75 anos consumindo ozônio. É por isso que desde a descoberta do alto potencial nocivo dos CFCs há uma luta dos ambientalistas e demais grupos preocupados com a questão a fim de conscientizar indústrias e a sociedade em geral a respeito da ameaça que esses gases representam para o nosso planeta. Com isso, busca-se chegar a um momento em que o uso dos CFCs seja abolido.

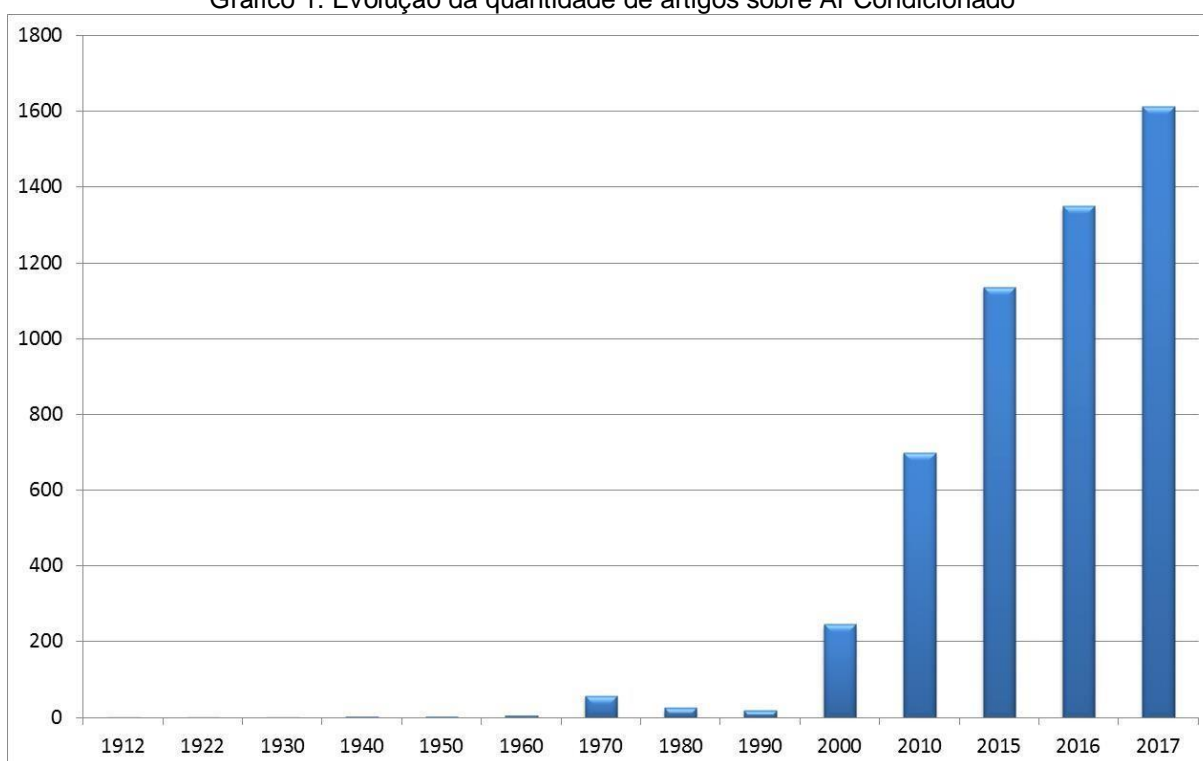
Com base no risco à saúde dos seres vivos do planeta, diversos países assinaram um acordo de eliminar o uso de fluidos que destroem a camada de ozônio e aumenta o efeito estufa. O principal impacto foi nos refrigeradores, condicionadores de ar e na indústria, por isso, os equipamentos antigos estão sendo substituídos por equipamentos novos que já possuem fluidos ecologicamente corretos e não afetam a camada de ozônio e tão pouco aumente o efeito estufa.

1.1 JUSTIFICATIVA

Existem 15.789 artigos sobre Ar condicionado, na base de dados da Web of Science. A maioria sobre combustíveis e fontes de energia (4.962), engenharia mecânica (3.741), termodinâmica (3.595), tecnologia de construção (3.490), engenharia civil (2.013), e engenharia elétrica e eletrônica (1.871).

Os primeiros artigos são de 1912. Houve um crescimento no interesse por este tema como mostra o Gráfico 1, indicando que se trata de um assunto relevante, que ainda atrai a atenção dos pesquisadores das mais diversas áreas.

Gráfico 1. Evolução da quantidade de artigos sobre Ar Condicionado



Fonte: Web of Science (2018).

Os principais periódicos científicos que publicam artigos sobre este tema são Energy And Buildings, Applied Thermal Engineering, International Journal Of Refrigeration (Revue Internationale Du Froid), Building And Environment, Energy Conversion And Management, e Applied Energy.

Existem também diversos encontros científicos como International Symposium On Heating Ventilation And Air Conditioning (Ishvac), International Conference On Indoor Air Quality And Climate Indoor Air, International Symposium

On Heating Ventilating And Air Conditioning, International Workshop On Energy And Environment Of Residential Buildings, International Conference On Built Environment And Public Health, ASME International Mechanical Engineering Congress And Exposition, International Institute Of Refrigeration (IIR) International Congress Of Refrigeration, entre outros.

Os países que mais pesquisam sobre este tema são a China, os Estados Unidos, o Japão e a Inglaterra. O Brasil está em 17º lugar. Estes dados mostram a importância do tema e a necessidade de mais pesquisas no Brasil.

Os equipamentos que estamos propondo utilizar no sistema de climatização possuem o fluido refrigerante ecologicamente correto R410A. Além de atender as necessidades do meio ambiente, com o novo sistema vamos adequar as instalações às normas e lei vigentes, proporcionando conforto aos usuários e economia de energia a instituição.

Segundo os autores Westphal e Lamberts (1998) em:

Um estudo de viabilidade econômica de uma proposta de retrofit em um edifício comercial fez uma estimativa na qual 50% do consumo de energia correspondem ao sistema de condicionamento de ar, 41% ao sistema de iluminação e 9% aos demais equipamentos elétricos.

Em 1987 o Brasil assinou o tratado no protocolo de Montreal assumindo a eliminação de produtos com fluidos CFCs (cloro, flúor e carbono), onde o componente cloro é o responsável pela destruição da camada de ozônio através de uma reação química entre o cloro e ozônio, $CL + o^3 = oc + o^2$ destruindo a camada de ozônio, esta reação pode ocorrer por varias vezes.

Rabelo (2010) a importação dos gases CFCs, substâncias que destroem a camada de ozônio, ficou proibida no Brasil desde 01/01/2010 pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2000) e esse fato atende a resolução de 267 que evita a destruição da camada de ozônio.

Segundo (HOWEELL; STRAMLER, 1981 apud XAVIER, 1999) o aumento da temperatura e a qualidade do ar reduzem a desempenho do aprendizado. Há variáveis psicológicas tão ou mais significativas do que as padronizadas a serem levadas em consideração nos estudos do conforto térmico: temperatura percebida pelas pessoas, sensação de estar mais aquecida ou mais refrescada do que outras pessoas tolerância percebida ou tolerabilidade, ajustamento ou adaptação. Além dessas quatro, apontam os autores ainda quatro outras variáveis psicológicas consequentes, as quais são indício da tolerância percebida: decréscimo de performance,

decréscimo de conforto, decréscimo de energia física e decréscimo de afeto.

Temos no Brasil, desde agosto de 1998, portaria que regulamenta a qualidade do sistema de climatização a Agencia Nacional de Vigilância Sanitária ANVISA, órgão regulamentador do sistema de saúde.

Publicada a Portaria nº 3.523 com regulamentações a respeito da qualidade das instalações dos sistemas climatizados e em outubro de 2000, a resolução nº 176, contendo parâmetros biológicos, químicos e físicos através dos quais é possível avaliarem a qualidade do ar interior. (Instituto Nacional de Metrologia). Qualidade do Ar em Estabelecimento de Uso Público e Coletivo. Brasil. Inmetro.

A norma regulamentadora NR 17 (ergonomia) no seu item 17.5.2 Cita que nos locais de trabalho onde são executadas atividades que exijam solicitação intelectual e atenção constantes, tais como: salas de controle, laboratórios, escritórios, salas de desenvolvimento ou análise de projetos, dentre outros, são recomendadas as seguintes condições de conforto:

- A) Níveis de ruído de acordo com o estabelecido na NBR 10152, norma brasileira registrada no INMETRO tolerância de até 85 db;
- B) Índice de temperatura efetiva entre 20°C (vinte) e 23°C (vinte e três graus centígrados);
- C) Velocidade do ar não superior a 0,75m/s;
- D) Umidade relativa do ar não inferior a 40 (quarenta) por cento.

1.1. PROBLEMÁTICA E PROBLEMA

Alto custo com o consumo de energia, despesas com manutenção corretiva, utilização de fluido refrigerante que agride a camada de ozônio e aumenta o efeito estufa, desconforto com a variação de temperatura dentro do mesmo ambiente e nível de ruído.

1.2. HIPÓTESE

Partimos da hipótese de que com a substituição dos equipamentos obsoletos e adequação dos ambientes climatizados, pode-se ter menor custo com o consumo de energia, eliminar as despesas com manutenção corretiva, utilização de fluido refrigerante que não agride a camada de ozônio e não aumenta o efeito estufa, trazendo maior conforto nos ambientes.

1.3. OBJETIVOS

I. Objetivo Geral

Comprovar que com a substituição dos equipamentos podemos melhorar a qualidade de vida dos usuários, com a melhoria do conforto térmico e ruído. Trazer economia a instituição com a redução no consumo de energia elétrica e diminuição dos gastos com manutenção corretiva dos equipamentos. Promover um efeito positivo com o meio ambiente e a sociedade através da substituição do fluido refrigerante que agride a camada de ozônio e aumenta o efeito estufa por um fluido ecologicamente correto que não traz estes efeitos.

II. Objetivos Específicos

Melhora do conforto térmico: Através de instrumento micro processado de temperatura, podemos medir e monitorar com mais precisão o diferencial de temperatura em diversos pontos do ambiente antes e depois da substituição dos equipamentos.

Evolução em relação ao ruído: Serão coletados e registrados os níveis de ruídos através de aparelho decibelímetro digital calibrado e aferido por uma empresa credenciada pelo INMETRO antes e depois da substituição dos equipamentos.

Economia a instituição com a redução no consumo de energia elétrica; Será realizado um levantamento em campo através do consumo de energia a plena carga do sistema atual (antigo) e comparado com o consumo do sistema novo (após substituição dos equipamentos) com análise de desempenho com a refrigeração do mesmo ambiente a plena carga 100% ativo por um período de 4 horas em ambos os casos, todo esse processo será registrado em medidor de consumo manual

(medição de corrente através de multímetro) e registro de consumo no medidor da companhia distribuidora de energia.

Economia com despesas de manutenção corretiva dos equipamentos; Os custos com manutenção corretiva em equipamentos de ar condicionado tipo split após 5 anos aumentam de forma exponencial, com aquisição dos novos equipamentos, o custo esperado com manutenção corretiva é nulo, pois os equipamentos possuem garantia total de 12 meses e diversos sensores que protegem o equipamento de quebra.

Promoção do efeito positivo com o meio ambiente e a sociedade através da substituição do fluido refrigerante que agride a camada de ozônio e aumenta o efeito estufa por um fluido ecologicamente correto que não traz estes efeitos; A consciência ecológica é um dos principais meios de marketing nos dias atuais, uma empresa ecologicamente correta é reconhecida como uma empresa preocupada com a sociedade.

Para comprovar este comprometimento com o meio ambiente a empresa pode solicitar a certificação junto às organizações que comprovam e permitem que a empresa seja uma das seletas empresas que conseguem a certificações bureal veritas, green building e ISO 14000, pois os gases refrigerantes utilizados nos novos equipamentos são do tipo (HFC) ecologicamente corretos, podendo trazer uma certificação a instituição que é preocupada com o meio ambiente.

Proporcionar a diminuição do consumo de energia elétrica através da utilização de controle micro processado de temperatura, pressão, tensão, corrente elétrica e acesso de pessoas no ambiente climatizado. Substituição do fluido refrigerante que contem alta concentração de cloro em sua composição pelo fluido R410A que é considerado o melhor fluido ecológico para sistemas de ar condicionado. Diminuição do custo com manutenção corretiva devido ao alto custo com reposição do fluido R22 com relação ao fluido R410A, pois os equipamentos de controle micro processados monitoram, regula e protege os sistemas elétricos e mecânicos dos equipamentos com maior precisão, proporcionando assim uma melhoria na performance e redução nas quebras que geram custos com manutenção corretiva. Atender as normas e leis do Conama e IBAMA que priorizam eliminar a utilização de fluidos com cloro de forma gradativa. Melhorar a imagem da

instituição perante a sociedade por ser uma empresa preocupada com o meio ambiente e atender as normas da ISO 14001.

1.4. PROCEDIMENTOS METODÓLOGICOS

A pesquisa foi realizada através do método estudo de caso simples que segundo Yin (2005 apud GIL, 2010) consiste no delineamento mais adequado para se investigar um fenômeno atual dentro de seu contexto real, onde os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente percebidos. Segundo Marconi e Lakatos (2001), “constitui-se, em geral, no levantamento de dados no próprio local onde os fenômenos ocorrem. Esses dados podem ser obtidos de duas maneiras: por meio da pesquisa de campo ou da pesquisa de laboratório”.

Dentro das técnicas de pesquisas usaremos:

Documentação indireta através da pesquisa documental e bibliográfica avaliando dados documentais da empresa referente consumo, manutenção e verificando bibliografia referente conteúdo relacionado ao trabalho.

Documentação direta utilizará o método de pesquisa de campo realizando uma análise do local do projeto utilizando os métodos exploratório e quantitativo-descritivo, verificando todos os campos do projeto, realizando levantamento dos equipamentos em salas entre outros.

Observação direta intensiva (sistemática, não participante, em equipe e na vida real) sistemática realizando trabalho em equipe, com a não participação dos envolvidos no local e na vida real com dados relevantes reais da verdadeira situação do local.

O projeto foi realizado através da pesquisa documental e bibliográfica, onde após informações conceitos e análises realizou-se um levantamento em campo dos equipamentos comprovando a eficiência e a necessidade da adequação dos mesmos.

1.6 AMOSTRA

O levantamento de campo dos equipamentos foi realizado na Faculdade de Agudos - FAAG, que oferece cursos de Graduação e Pós-graduação desde 2002 em Agudos. Os cursos são todos oferecidos na modalidade presencial e são reconhecidos pela excelente qualidade. A FAAG possui cursos reconhecidos pelo MEC - Ministério da Educação e Cultura com nota máxima. Atualmente a FAAG oferece graduação em Administração, Pedagogia, Engenharia de Produção, Ciências Contábeis, Recursos Humanos, Logística, Letras e Análise e Desenvolvimento de Sistemas, além de mais de 15 opções para cursos de Pós-graduação.

Figura 1. Faculdade de Agudos



Fonte: FAAG (2018).

2. DESENVOLVIMENTO

Evidencia-se que o novo método é eficaz, econômico, ecológico, e atende a lei 13589/2018 publicada em 04/01/2018 onde determina que as empresas que possuírem equipamentos de ar condicionado de uso público a providenciar a implantação de um PMOC (Plano de Manutenção Operação e Controle) assinado por um engenheiro responsável que deve recolher a ART se responsabilizando pela qualidade do ar interior dos ambientes refrigerados mantendo os ambientes dentro dos parâmetros recomendados pelas portarias, resoluções e lei em vigor.

A portaria 3523.98MS foi à primeira informação de parâmetros que estabeleceu o setor de engenharia de climatização para a qualidade do ar em ambientes climatizados, esta portaria foi publicada logo em após o falecimento do ministro Sergio Mota, por qual houve contaminação através de uma bactéria no sistema de ar condicionado. Os procedimentos foram descritos na RE09, 2003. Está resolução tem a função de dar referencias e procedimentos para análise da qualidade do ar.

Art. 1º Determinar a publicação de Orientação Técnica elaborada por Grupo Técnico Assessor, sobre Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior, em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo. (Lei, 13589/2018)

Segundo o Presidente da República, o Congresso Nacional decreta e sanciona as seguintes Leis:

De acordo com prescrição regulamentada acima, podemos adotar conforme as seguintes definições do artigo, 2, que em âmbitos climatizados artificialmente; espaços fisicamente definidos, com dimensões e instalações próprias, sujeitos ao processo de climatização por meio de equipamentos.

Sistemas de climatização em um todo como instalações, processos, e empregados para se juntar, por meio de equipamentos em recintos cobertos, condições específicas de conforto e qualidade do ar, deverá estar de acordo com o bem-estar dos visitantes. Em relação à manutenção: exercícios de natureza técnica ou administrativa consignadas a zelar pelo desempenho técnico dos

componentes dos sistemas de climatização, concedendo condições de ótima qualidade do ar interior.

Os procedimentos de climatização e seus Planos de Manutenção, Operação e Controle-PMOC, conforme o artigo. 3º devem obedecer a parâmetros de capacidade do ar em ambientes climatizados artificialmente, em privativo no que diz respeito a poluentes de natureza física, química e biológica, suas tolerâncias e métodos de controle, assim cumprir aos requisitos estabelecidos nos projetos de sua instalação. Os padrões, valores, parâmetros, normas e procedimentos inescusáveis a garantia da qualidade do ar interior, ademais temperatura, umidade, velocidade, taxa de renovação e grau de natureza, são os expedidos pela Resolução número 9, em constância a 16 de janeiro de 2003, da Agencia Nacional de Vigilância Sanitária- ANVISA, e posteriores alterações, assim como as normas técnicas da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Em conformidade com o artigo 4º,

Aos proprietários, locatários e prepostos responsáveis por sistemas de climatização já instalados é facultado o prazo de 180 (cento e oitenta) dias, a contar da regulamentação desta Lei, para o cumprimento de todos os seus dispositivos.

Os equipamentos atuais contam com um sistema de funcionamento ligado e desligado, ou seja, liga o compressor encarregado pela refrigeração sempre que o ambiente esquenta e desliga sempre que o ambiente esfria. Este tipo de andamento além de aumentar o desgaste do equipamento, torna um alto consumo de energia elétrica.

A instalação de equipamentos que estamos propondo, abrange um sistema de partida de altíssima tecnologia, denominada comercialmente de sistema inverter, isto é, o equipamento adentra uma serie de placas eletrônicas que se introduzem e fazem com que as partidas dos motores sejam de forma suave e gradual, por meio de um sistema dotado de inversores que ficam diversificando a frequência, os motores evoluem e diminuem a intensidade de acordo com a precisão, com isso geram uma vasta redução no consumo de energia.

2.1 ÍNDICE DE EFICIÊNCIA DE ENERGIA E COEFICIENTE DE DESEMPENHO

Compreenda o que é COP e EER, e saiba como calcular os mesmos, o termo EER é a sigla de “Energy Efficiency Ratio”, que denomina o “Índice de Eficiência de Energia”. É a junção de capacidade de refrigeração de um ar condicionado em BTU/h (Unidades Térmicas Britânicas) por hora, e o consumo de energia elétrica completa em Watts em certos testes evidenciados. Quanto maior for o EER, mais lógico é o aparelho de ar condicionado.

O COP é a sigla de “Coefficient Of Performance” e significa “Coeficiente de Desempenho”. O termo reproduz a relação entre energia térmica oferecida por uma bomba de calor e a energia elétrica usada pelo sistema. Assim como o EER, quanto maior for o COP, mais eficiente é o equipamento ou seja, EER e COP são listagens que nos indicam o nível de competência de um aparelho de ar condicionado. E o grau de consumo energético corresponde à relação entre a quantidade de frio ou calor obtida, assim como a energia elétrica consumida.

Isto posto, o COP e o EER significam fundamentalmente a mesma coisa, mas, o EER esta associado à eficiência dos sistemas no resfriamento e o COP agregado à eficiência dos sistemas no aquecimento. Como calcular o COP e EER de um ar-condicionado, as duas medidas são calculadas da subsequente forma: Divide-se o valor da capacidade em KW de arrefecimento para conseguir o EER, ou de aquecimento para obter o COP, pelo consumo elétrico nominal. (KW)

Um exemplo a seguir: O ar-condicionado que produz uma potência térmica (calor) de 5 KW e igualmente possui um consumo de energia elétrica de 1KW, seu Coeficiente de desempenho é de 5. Ou se um ar-condicionado gera uma potência térmica em resfriamento 4KW com um consumo de energia de 1KW, seu EER também é de 5.

Em que lugares encontram o EER e o COP, o “Energy Efficiency Ratio” e o “Coefficient Of Performance” devem estar existentes nos rótulos amarelos “EnergyGuide” dos sistemas de arrefecimento e aquecimento, mutuamente, que os fabricantes são determinados a mostrar em larga escala os equipamentos nos Estados Unidos.

O rótulo “EnergyGuide” oferece aos clientes, dados sobre o consumo de energia, eficiência e custos operacionais de eletrodomésticos e entre outros aparelhos, máquinas de lavar roupa, máquinas de lavar louça, geladeiras, freezers, televisores, aquecedores de água, aparelhos de ar condicionado janela e centrais, fornos, bombas, aquecedores de piscina, caldeiras, são todos necessários ter rótulos de “EnergyGuide”, tal qual o Departamento de Energia dos Estados Unidos.

2.2 VIABILIZAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS ECOLOGICAMENTE CORRETOS

Quanto à utilização de equipamentos ecologicamente corretos, em 1987 no Canadá, o Brasil assinou um protocolo aonde se comprometeu a eliminar o uso dos fluidos refrigerantes (gases) que possuem cloro em sua formulação CFC e HCFC, em 1996 no Japão, os asiáticos constataram que o fluido lançado pelos americanos, o HFC R134A que atualmente é utilizado em alguns equipamentos de ar condicionado, todos os veículos e 99% dos refrigerados domésticos, claramente não agridem a camada de ozônio, porém, acumula-se em grande proporção o efeito estufa. É relevante ressaltar também que, a diminuição do custo com manutenção corretiva é alto e principalmente para equipamentos obsoletos.

Sustentabilidade A publicação “Our common future” definiu em 1987 o desenvolvimento sustentável como aquele que deve responder às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer às suas; e com o surgimento da Agenda 21 em 1992 os países comprometeram-se a responder às premissas do desenvolvimento sustentável através da análise da totalidade do ciclo de vida dos materiais, do desenvolvimento do uso de matérias-primas e energias renováveis, e da redução das quantidades de materiais e energia utilizados na extração de recursos naturais, sua exploração, e a destruição ou reciclagem dos resíduos (Gauzin-Muller, 2002).

Diversas assembleias têm ocorrido após Montreal 1987; Kyoto em 1996, Haya em 2000 e Johannesburgo em 2002, entre outras, e conquanto alguns países coloquem em primeiro plano os interesses econômicos próprios, tem-se tido enormes avanços em vários deles; já que muitos governos estão refletindo a sustentabilidade como um tema central para alcançar o seu desenvolvimento,

produzindo leis e incentivos para edificações que sejam projetadas considerando variáveis que as deixem mais sustentáveis.

A sustentabilidade não é uma meta a ser atingida, não é uma situação estanque, mas sim um processo, um caminho a ser seguido. Advém daí que a expressão mais correta a ser empregada é uma pesquisa “mais” ecológica. Todo o trabalho nesta área é feito a partir de intenções que são renovadas continuamente e progressivamente. Ações estas genuínas, que devem estar verdadeiramente compromissadas com os valores do cliente, a saber, o contratante, o usuário e a comunidade onde a obra esta posta. Aprender os valores do cliente, e entender que o projeto é o exercício de intenções e finalidades, resulta em uma obra mais sustentável.

É esta a demanda da geração contemporânea. A sustentabilidade é baseada em três aspectos: o ambiental, o social e por fim o econômico, que devem apresentar uma relação de equilíbrio. Como estes aspectos representam variáveis livres, as escolhas decorrentes serão distintas em cada ocasião exposta. Deste modo, não há receita, nem cálculo absoluto que estabeleça o que deve ser feito ou não, para que um projeto caminhe na direção consiva de uma maior ecologia, sendo a decisão de cada proposta fruto de escolhas específicas, únicas e originais.

A busca pelo desenvolvimento sustentável e ecológico adentra a todos os aspectos no planejamento e ação do ambiente edificado. É um trabalho coletivo (em rede) onde todos devem fazer sua parte, e ao mesmo tempo incentivar os demais a fazê-lo. As resoluções devem abordar resultados de uma ação orquestrada com os demais projetistas, gerenciadores, consultores, fornecedores, executores e usuários, na medida em que esta decisão possa condicionar a fatores de ações a serem efetivadas pelos demais.

O reconhecimento neste projeto como uma autentificação de um trabalho progressivo, sem, no entanto, ser sua representação honesta e verdadeira. Um motivo para esta dicotomia é a não existência de processo adequado às condições regionais culturais, econômicas e físicas que permitam um autêntico valor do resultado obtido pelo esforço de tornar uma edificação mais sustentável.

Os sistemas de equipamento de certificação, portanto, devem ser utilizados como referências auxiliares, mas não determinantes na escolha de materiais e metodologia positiva, como mostra os dados benéficos acima.

2.2 PROTOCOLO DE MONTREAL

Em contexto com O Protocolo de Montreal, é relevante ressaltar, ainda que, se trata de um tratado internacional que estabelece a redução de substâncias que erradicam a camada de ozônio, que foi indagado, a princípio, ao longo da Convenção de Viena de 1985. O tratado foi feito de fato dia 16 de setembro de 1987, em Montreal, e entrou em vigor no dia 1º de janeiro de 1989. Mais de 150 países aderiram. Atualmente, o Protocolo é seguido por 191 países. A finalidade do tratado está ligada à indústria de climatização, apropriado aos gases compostos nos aparelhos de ar-condicionado e as adversidades que eles podem transferir, quando em convívio com a natureza.

A partir da década de 30 os clorofluorcarbonetos apareceram empregados em geladeiras, aparelhos de ar-condicionado e aerossóis. Meramente a meio século depois os especialistas averiguaram que a substância era bastante poluente e já havia afetado de forma significativa a camada de ozônio. O Protocolo de Montreal ocorreu de forma vitoriosa a conquistar, a declaração da Organização das Nações Unidas (ONU) dia 16 de setembro como o Dia Internacional para a Preservação da Camada de Ozônio.

Segundo Kofi Annan, secretário-geral da ONU entre 1997 e 2007, “Talvez seja o mais bem-sucedido acordo internacional de todos os tempos”. Prezo a salientar que no decurso de todo o seu tempo de ser, o clorofluorcarbono (CFC) expôs uma ameaça silenciosa à Terra. O gás foi produzido em 1928, nos EUA, e após entrar nas indústrias, fez sucesso, pois era de baixo custo, fácil de estocar e versátil. Percorreu-se gradativamente empregado como gás refrigerante em aparelhos de ar-condicionado, propelentes de aerossol e geladeiras.

E desse modo foi a contar até a década de 1970, quando suspeitou-se que, ao evadir-se para a atmosfera, ele estava danificando a camada de ozônio. Os poderes destas substâncias são tão visíveis, que já foram pesquisados em estudos científicos para a verificação de vida extraterrestre.

O Brasil aderiu ao Protocolo de Montreal em 1990, por meio do Decreto n.º 99.280 de 06/06/90, comprometendo-se a eliminar o CFC (clorofluorcarbono) completamente até 2010. Em 2010, o país conseguiu cumprir o compromisso de eliminação do CFC.

Segundo o ranking divulgado pela Divisão de Estatística das Nações Unidas, atualmente o Brasil é o quinto país que mais reduziu o consumo de CFCs após o Protocolo. Atrás de Rússia, Japão, Estados Unidos e China.

2.3 HCFCs, CFC

Sendo assim a extinção e o novo vilão estavam surgindo, o clorofluorcarbono foi substituído pelos hidroclorofluorcarbonos (HCFCs) com estimativa de 90% menos prejudicial ao meio ambiente. O HCFC, então conhecido como o “CFC ecologicamente bom” faz relação de junção de suas características físicas e químicas com alta eficiência volumétrica, e pode ser utilizado em aplicações civis de refrigeração. Incluindo os hidroclorofluorcarbonos, um dos mais usados na climatização é o R-22, tanto em instalações residenciais, quanto comerciais.

Porém, avaliou-se que os HCFCs intensificam o efeito estufa, resultando no aquecimento global. Os hidroclorofluorcarbonos transcorrem-se como o gás da vez a ser prejudicial, e deve ser extinto as margens de 2040 com atitudes geradas pelo Programa Brasileiro de Eliminação de HCFCs, como demanda realizada nos supermercados do Brasil.

Por meio desse programa, o Ministério do Meio Ambiente (MMA) está comandando, uma sequência de ações que estimulam a extinção gradativa dos HCFs da indústria brasileira. O MMA está investindo em tecnologia para a adequação de equipamentos de 386 instituições fabricantes de espumas e também capacitação de mão-de-obra, para a manutenção de maquinário de refrigeração e sistemas de ar condicionado.

Empresas multinacionais que residem no Brasil, deverão investir recursos próprios para alencar a sua própria conversão tecnológica. Os equipamentos considerados ultrapassados, devem ser encaminhados para reciclagem, uma vez que são considerados materiais contaminados ou de risco.

Com o passar dos séculos, cada país criou sua própria fiscalização, em 2008 foi a vez do Brasil por em prática a *Instrução Normativa 207*, produzida pelo IBAMA, que determinou cotas de importação para HCFCs, entre 2009 e 2012, com demarcação reajustada ano a ano, conforme o valor do PIB. Em 2013, as importações de HCFCs desfrutaram suas cotas congeladas com base na média do volume entre 2009 e 2012, esse limite se manteve até 2015, e será reduzido gradualmente até 2040, período de tempo determinado para eliminar o total dos HCFCs.

Uma sugestão do mercado são os gases ecológicos, do grupo de HFCs (hidrofluorcarbonetos). Na climatização o HFC mais utilizado é o R410A, exposto em diversos equipamentos, inclusive todos os modelos inverter. Estes gases ecológicos também podem ser adaptados no processo de Retrofit.

Segundo dados importantes, atualmente o Brasil consome 1,3 mil toneladas de HCFCs por ano. 44,7% Do consumo de HCFCs no setor de serviços vai para à manutenção de equipamentos de ar condicionado e 51,5% para equipamentos de refrigeração; subsistem outras percepções sérias que acarretam o alto índice do consumo de gases refrigerantes pelo setor de serviços, entre elas encontramos: baixa qualidade das instalações e ausência de manutenção preventiva, escassez de ferramentas adequadas para serviços de manutenção e conserto e por fim a má qualidade técnica e baixa regulamentação das práticas de manutenção e conserto.

2.4 ANÁLISE DOS DADOS DE DIMINUIÇÃO DO CUSTO DE MANUTENÇÃO CORRETIVA

A utilização do conjunto de refrigeração é imprescindível na maior parte das regiões do país, e, como consequência, tem-se um elevado consumo de energia elétrica para o acionamento dos equipamentos associados. Com o contratempo ambiental cada vez mais em pauta, qualquer resolução que vise priorizar a promoção da redução do consumo de energia elétrica é oportuno. Sendo assim, elencamos no decorrer deste trabalho, o objetivo de analisar a viabilidade técnica e econômica da implantação de um sistema de ar condicionado com equipamentos de fluxo variável (VRF) em relação a equipamentos split convencionais.

Figura 2. Sala de Aula.



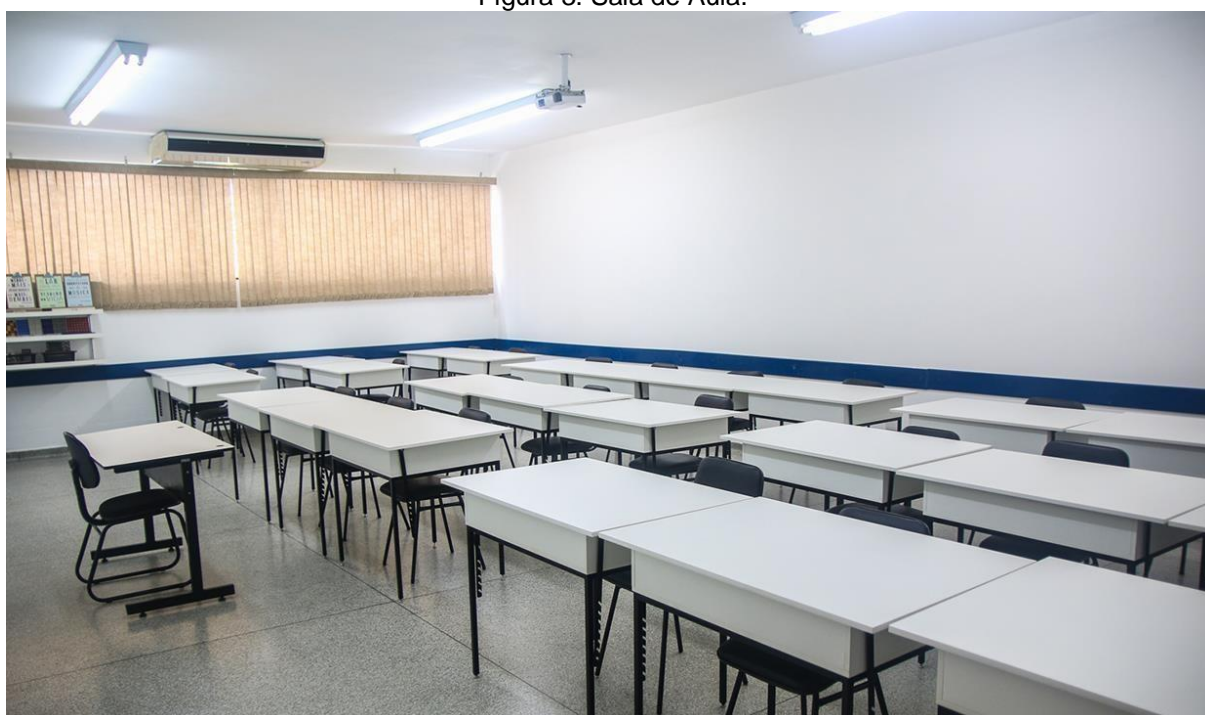
Fonte: FAAG (2018)

Analisamos as características dos ambientes, carga térmica e especificamos os equipamentos a serem utilizados e o consumo de energia elétrica para cada sistema. Além da comparação entre os dois sistemas e seus benefícios e malefícios, aspectos técnicos e os custos gerados de instalação e operacionais de equipamentos VRF e equipamentos split convencionais.

Observamos por meio dos dados levantados em correlação da carga térmica, que o projeto do sistema de ar condicionado deve ser estabelecido

especificamente viabilizando técnica e economia. Estima-se que, nesta edificação, o sistema de ar condicionado é responsável por aproximadamente 60% do consumo total de energia elétrica. Portanto, é crucial usar equipamentos que ofereçam um baixo consumo de energia. Outro fator relevante que analisamos, é a seleção dos equipamentos que propiciem maior flexibilidade de instalação, podendo resultar em uma economia de tempo na mão-de-obra, qualidade, conforto térmico, infraestrutura simples e rápida, proporcionando pouca interferência com outras áreas, atendendo a demanda de exigências da norma brasileira NBR 16401:2008 e normas internacionais.

Figura 3. Sala de Aula.



Fonte: FAAG (2018)

Para isso, foi realizado análise da planta baixa das áreas climatizadas, cálculo de carga térmica desses ambientes, dimensionados os dois tipos de sistemas, efetuado a comparação técnica e econômica.

A carga térmica dos ambientes foi calculada de acordo com os dados obtidos pelo projeto de arquitetura, bem como exemplo, características físicas, dimensões, materiais, localização do prédio, orientação de paredes e janelas, iluminação, tipo de ocupação e etc,. Dados sobre o clima no local, carga térmica dos parâmetros da norma NBR-16401- calculando assim um taxa de calor que deverá ser removida em cada âmbito.

Os sistemas de refrigeração por crescimento direta são aqueles onde o gás refrigerante troca o calor diretamente com o ar do ambiente. Os condicionadores de ar podem ser do tipo ACJ (Ar Condicionado de Janela), split system, self contained, VRF. Significa sistema separado, ou seja, o condicionador de ar abrange duas unidades, sendo uma unidade externa e a outra interna. Existem modelos denominados multi-split, com mais de uma unidade evaporadora para um único condensador, onde é possível refrigerar vários ambientes diversificados, de modo único, com apenas uma unidade externa, (SILVA, 2004)

As unidades condensadoras, nomeadas de unidades externas, agrupam junto de um compressor e condensador do circuito frigorígeno. Dispõem de um ventilador que sopra o ar para condensação do fluido refrigerante, e que deve ser introduzido na parte externa do ambiente. A descarga do ar pode ocorrer horizontal ou verticalmente.

A unidade evaporadora, chamada de unidade interna, é instalada no ambiente a ser climatizado. Inclui-se a válvula de expansão, o evaporador e o filtro e troca calor com o ar do ambiente, que é puxado através de um ventilador (SILVA, 2004)

Figura 4. Exemplo de unidades Split.



Fonte: Friopeças (2018).

As unidades internas podem ser de diversos tipos, como wi-wall (parede), cassete, teto aparente, piso ou dutos. Fluxo de Refrigeração Variável (VRF) é uma referência de um sistema multifuncional atual, que apresenta um sistema multi-split. Nele, há apenas uma unidade externa ligada a múltiplas

unidades internas que operam individualmente por ambiente, controlando até chegar 64 unidades internas.

O principal diferencial do sistema VRF, quando comparado ao split system, é a combinação de tecnologia eletrônica com sistemas de direção microprocessado, aliado a combinação de múltiplas unidades internas em um só ciclo de refrigeração. A diversidade de capacidades do sistema em função da mudança de carga térmica dos ambientes é feita por variação na velocidade de rotação do compressor, na maioria das vezes tipo scroll, por meio do conversor de frequência (inverter), instalado na alimentação elétrica do motor dos compressores.

Figura 5. Exemplo de unidades VRF.



Fonte: Hitachi (2018).

Uma das etapas mais importantes na elaboração de um projeto é a análise da viabilidade econômica e financeira (REBELATTO, 2004). Determinado os equipamentos, é fundamental conceituar variadas razões com a finalidade de empreender um estudo preliminar sobre a condição do projeto, esses fatores são: desempenho do equipamento ou sistema, a durabilidade, manutenção, aspectos ergonômicos e principalmente o consumo de energia.

O recurso de pesquisa da probabilidade econômica será usado o Método do Período de Retorno do Capital (Payback), que segundo Rebelatto (2004), fundamenta-se em indicar projetos de investimentos evidenciando o intervalo de recuperação do capital investido, isto é, calculando o prazo essencial para que o valor atual dos reembolsos (retorno de capital) se iguale ao desembolso com o investimento realizado, planejando à restituição do capital aplicado.

Segue abaixo, uns exemplos, retirado VII CONNEPI, 2012. Pág.3.

a) Investimento Inicial: Primeiramente deve-se calcular o investimento de um projeto calculando a discordância entre os custos iniciais da instalação de dois projetos, como pode ser observado na equação. Onde: → Investimento inicial; → Custo de instalação do projeto; $I_c = C_{2g} - C_{12}$

Onde: → I_c Investimento inicial; → C_1 Custo de instalação do projeto;

b) Custo Operacional: Após calcular o investimento inicial, deve-se calcular o custo operacional anual de cada projeto. No custo operacional está incluído basicamente o gasto com o consumo de energia de cada projeto ou sistema, como pode ser observado na equação. $C_{op} = C_c \times C_e$

Onde: → C_{op} Custo operacional anual; → C_c Custo da energia da concessionária em R\$/kW; → C_e Consumo de energia por ano em kW;

c) Receitas do Investimento: As receitas de investimento são obtidas anualmente e geradas pelo custo de energia evitada, como pode ser observada na equação. $R_1 = C_{g1} - C_{g2}$

Onde: → R_1 Receita do Investimento ou Custo de Energia Evitada; → C_g Consumo de energia por ano em kW;

d) Tempo de Retorno do Capital: O método escolhido foi o Payback, que é fundamentado no conceito de tempo no qual a soma das receitas de um projeto reproduz o total do capital investido para sua implantação. O Payback, tempo no qual o investimento inicial é equivalente ao número de receitas anuais, é determinado pela equação.

$$T_{pb} = I_c / R_1$$

Onde: → T_{pb} Tempo de Retorno do Capital; → R_1 Receita do Investimento ou Custo de Energia Evitada; → I_c Investimento inicial;

De acordo com os dados apresentados, o cálculo de carga térmica é imprescindível para o dimensionamento do sistema de ar condicionado. Como foi realizado a pesquisa pelos acadêmicos. A NBR 16401-1 mostra as disposições externas para 34 principais cidades brasileiras, que pode ser visualizado na tabela C1 (anexo C da NBR). Com os dados obtidos da NBR 16401 e o fundamento da carta psicrométrica, estabelece-se parâmetros como: temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo úmido, umidade relativa externa e interna e umidade absoluta.

A escolha da potência dos equipamentos reflete a quantidade de calor a ser retirado, bem como a vazão de ar de insuflamento dos equipamentos. A divergência na potência dos equipamentos de um sistema para outro definem a disponibilidade de cada sistema para a potência e o modelo a ser empregado no ambiente climatizado. Ao analisar a relação da potência dos equipamentos VRF, e somarmos a potência das unidades evaporadoras, que é de 1.350.000 BTU/h e aferirmos com o somatório da potência das unidades condensadoras, que é de 1.200.000 BTU/h, verifica-se que existe uma diferença de 150.000 BTU/h.

Essa discordância existe porque o sistema VRF torna possível, considerar o fator de simultaneidade das cargas térmicas, ou seja, nem todos os equipamentos serão operacionados em sua capacidade máxima ao mesmo tempo, e o dimensionamento de cada ambiente é realizado para a máxima carga térmica que acontece em horários discordantes.

Examinando as contingências dos aspectos no projeto de ar condicionado para os dois sistemas, podemos afirmar que o sistema VRF é mais flexível e possui menor interferência com outras áreas que o sistema split system. Um aspecto indiscutível é a redução no impacto arquitetônico externo, com a diminuição substancial de unidades condensadoras.

O autocontrole da temperatura do ambiente do sistema split system é feito do modo convencional, on/off, ou seja, quando o termostato mede a temperatura conveniente pelo indivíduo, o sistema desliga o compressor, quando a temperatura do ambiente aumenta, o sistema liga o compressor. Diante disso, há uma variação de 4°C na temperatura do ambiente, gerando desconforto térmico.

O sistema VRF tem a válvula de expansão eletrônica, que inspeciona gradualmente a temperatura do ambiente. Isso é concebível, porque esse sistema retém um aparelho que ajusta gradativamente a regulação do motor que efetiva sua tarefa, produzindo bem-estar e conforto térmico nos ambientes.

Posteriormente a pesquisa da viabilidade técnica entre os sistemas de ar condicionado se faz necessária uma análise da viabilidade econômica entre os mesmos. Para isso, foi realizado o levantamento do custo de aquisição e instalação

dos sistemas VRF e split system, respectivamente, e o consumo de energia de cada um.

Quadro 1. Comparativo entre os sistemas.

PROJETO	FAAG	REVISÃO	0	DATA	30/11/2018
COMPANHIA ENERGÉTICA	CPFL	Capacidade total dos equipamentos			
TARIFAS ENERGÉTICAS	CONSUMO	DEMANDA			60 h
Custo do kW/h fora de ponta	R\$ 0,8736000	R\$ 7,32000			Utilização - Número de horas fora de ponta por mês
					90 h
Custo do kW/h na ponta	R\$ 0,8736000	R\$ 7,32000			Utilização - Número de horas na ponta por mês
					15 ANOS
					Vida útil dos equipamentos (Estimativa)
Custo da energia elétrica (KW)					Fator de utilização
					100%

SPLIT	QUANTIDADE	INVESTIMENTO INICIAL	Consumo (kWh)	Demanda (kW)	Dados operacionais (Mensal)	Consumo	Custo
RPC60EP+RAP60EL	20	R\$ 200.000,00	95,57 kWh	130,40 kW	14.335 kWh		R\$ 14.431,92
			-	-	-		-
TOTAL SPLIT	20	R\$ 200.000,00	95,57 kWh	130,40 kW	14335 kWh		R\$ 14.431,92

SET FREE	QUANTIDADE	INVESTIMENTO INICIAL	Consumo (kWh)	Demanda (kW)	Dados operacionais (Mensal)	Consumo	Custo
RCI5,0FSN3B4	25	R\$ 375.000,00	4,25 kWh	4,25 kW	638 kWh		R\$ 619,14
RAS24FSNSB	5	R\$ 225.000,00	37,56 kWh	94,35 kW	5.634 kWh		R\$ 6.303,29
			-	-	-		-
TOTAL SET FREE	30	R\$ 600.000,00	41,81 kWh	98,60 kW	6.272 kWh		R\$ 6.922,43

RETORNO DO INVESTIMENTO			
	SPLIT	SET FREE	DIF %
	(A)	(B)	(A/B)
INVESTIMENTO	R\$ 200.000,00	R\$ 600.000,00	67%
	R\$ 400.000,00		
ENERGIA/MÊS	R\$ 14.431,92	R\$ 6.922,43	-52%
	(R\$ 7.509,49)		
R.O.I.	04 ANO(S)	E 05 MESES	1,88% ao mês
			22,53% ao ano
INVESTIMENTO INICIAL + DEMANDA + CONSUMO ENERGÉTICO DURANTE A VIDA ÚTIL DO EQUIPAMENTO			

PREMISSAS DE CÁLCULO: Os dados elétricos foram retirados dos catálogos técnicos e softwares de seleção de cada fabricante.

Os custos de aquisição e instalação dos sistemas de ar condicionado são executados por intermédio de consultas aos fornecedores dos equipamentos e empresas montadoras dos sistemas de ar condicionado. O aproveitamento de energia médio por hora dos equipamentos é obtido através de catálogos técnicos dos fabricantes dos sistemas de ar condicionado de acordo com o tipo e a competência de cada equipamento.

O método escolhido para a análise econômica dos sistemas de ar condicionado foi o payback, um indicador de desempenho para investimento, um informativo financeiro que mede payback e evidencia quanto tempo de retorno um projeto leva para calcular investimento inicial, vamos apresentar o payblack simples, pois estamos relatando os fluxos do projeto e não os fluxos descontados na data zero, o descontado é o mesmo procedimento, apenas o fluxo deve ser desconsiderado.

A seguir veremos o explicativo da situação, onde o investimento inicial se paga conforme cálculo do payback. Para o investimento de R\$ 400.000,00 o payback atinge o ponto de retorno em 4 anos e 5 meses, como a vida útil destes equipamentos esta prevista para 15 anos, 5 anos a mais que o comparado (split system) o tempo diferencial entre o retorno e o investimento inicial passa a ser o tempo em que o sistema retornou lucro para o investidor.

Todavia, o sistema de climatização por Fluxo de Refrigerante Variável, (VRF) possui um custo de operação mais baixo, quando comparado com o sistema split system. Porém, quanto ao gasto de aquisição e instalação, os equipamentos split system são mais econômicos. O Payback, tempo no qual o investimento inicial é equivalente ao número de receitas anuais. Outro fator importante a ser averiguado para os equipamentos de ar condicionado é a sua vida útil, espaço de tempo entre dois momentos em que, sob determinadas conjunção, os equipamentos ou bens são considerados irreparáveis no contexto operacional, técnico ou econômico.

Conforme a Instrução Normativa SRF nº 162, de 31 de dezembro de 1998, anexo I, bens relacionados na Nomenclatura Comum do MERCOSUL – NCM, a vida útil para máquinas e aparelhos de ar condicionado, contendo um ventilador motorizado e dispositivos próprios para modificar a temperatura e a umidade, incluídos as máquinas e aparelhos em que a umidade não seja regulável separadamente, é de 10 anos, (RECEITA FEDERAL, 1998).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Perante as análises abordadas, sendo feito um comparativo técnico, econômico, ergonômico, ressaltando aspectos ambientalistas e de grande reconhecimento pela saúde da sociedade, buscou-se verificar a probabilidade de utilização entre os equipamentos ecologicamente corretos, e o custo corretivo de sua manutenção, a fim de proporcionar uma melhoria na qualidade do sistema de climatização com a redução no consumo de energia, o sistema split system convencional e o sistema com fluxo de refrigerante variável, conhecidos como VRF tiveram suas características estudadas e comparadas.

Empregando um estudo de caso, apurou-se que, em relação ao custo de aquisição e instalação, os equipamentos split system são mais econômicos, porém, os equipamentos VRF possuem um menor consumo de energia e menor custo de manutenção corretiva, para justificar o capital investido, abordamos o uso do payback.

Os equipamentos VRF, além de contar com menor consumo energético, possuem uma melhor flexibilidade de instalação, maior distribuição do conforto térmico, menores níveis de ruído, e sobretudo menor interferência com outras áreas.

Compreendido a Instrução Normativa SRF nº 162, de 31 de dezembro de 1998, a vida útil para os equipamentos tipo split system é de 10 anos. Desse modo, aperfeiçoa-se que a finalidade de equipamentos com sistema com fluxo de refrigerante variável (VRF) já se manifesta praticável para a climatização de áreas, quando comparado com equipamentos split system convencionais.

Contudo os equipamentos VRF possuem um custo maior de aquisição e instalação, pois se trata de uma tecnologia que vem tomando o mercado recentemente, mas, com o aumento e sua utilização os custos devem reduzir, deixando o sistema mais competitivo, proporcionam menor custo operacional e pouca interferência com outras zonas, além de melhor distribuição do conforto térmico, viabilizando a sua preferência. Tornando-se uma das melhores alternativas

para sistemas do tipo central, assim como acontece já nos países da Europa e Ásia, onde o sistema é mais usado e ocupa boa parcela do mercado.

Quanto aos ruídos, é importante salientar que as medições realizadas evidenciaram que o nível de ruído encontra-se acima do recomendado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) para uma sala de aula, observa-se a ocorrência de grandes valores do NPS_{max} (é o valor máximo de nível de Pressão Sonora em dB da amostra), que são resultados de picos sonoros causados pela ação ou queda de objetos, manuseio de equipamentos, movimentação de móveis, e até mesmo os gritos dos estudantes, de modo este, que os picos suspendem a função do professor e desconcentram seus docentes.

A demais, apresentamos quanto ao nível de ruído uma defasagem no aprendizado e em sua concentração, porém, uma mudança de atitude por parte dos estudantes provocará alterações nos níveis de ruídos. Um tratamento acústico dos âmbitos produzirá um efeito benéfico considerável, pois em muitos casos o ruído é inerente ao processo, necessitando-se absorvê-lo.

Mas, a distinção está evidente no fato de que, fora do Brasil, a preocupação com o nível de ruído e com as suas consequências, seja na saúde dos estudantes, em seu rendimento escolar, tem provocado ações concretas para reverter o quadro por meio da utilização de um mecanismo com equipamentos mais benéficos aos indivíduos que convivem com os mesmos dentro de suas zonas.

Com propostas de melhorias em relação ao ruído nos locais, tanto para os alunos, como professores, elencaremos alguns fatores, tais como: maior bom senso e respeito entre os frequentadores dos ambientes; utilização de ambientes mais adequados para estudos: salas menores ou locais fechados que, em geral, são mais silenciosos; colocação de avisos de silêncio, substituição dos equipamentos de ar condicionado por equipamentos mais eficiente e eficaz, que não seja ruidoso, e não tenham grande gasto de energia.

As ameaças que o mal uso da instalação e cuidados que o ar condicionado tem, acarreta em muitas sujeiras acumuladas, os dutos de ar condicionado extremamente sujos indicam problemas nos filtros, e para evitar esta sujeira nos tubos é necessário a utilização de filtros adequados.

Com a sujidade dos trocadores de calor e filtros a velocidade do ar é menor, portanto é depositado cada vez mais sujeira nas partes dos equipamentos que é responsável pela climatização dos ambientes. As partículas em suspensão são respiradas pelas pessoas que estão no ambiente, trabalhar preventivamente para que danos maiores não venham a ocorrer, utilizando filtros adequados na tomada de ar externo e no retorno dos equipamentos.

Todo ar passado nos equipamentos se encaminha para o ambiente, pois todo ar condicionado funciona de um jeito semelhante, capta o ar do ambiente, força a passagem dele por um filtro, serpentinas fazem o resfriamento do ar, além do filtro uma peça fundamental é a bandeja, ela quem recebe as gotas de água que se formam quando o ar é resfriado, é na bandeja que se encontra o perigo, esse sistema pode acumular água e conseqüentemente desenvolver micro organismos como fungos e bactérias, através do ventilador essa contaminação é jogada para o ambiente.

Nos laboratórios as ameaças são visíveis com amostras de ar recolhidas de ambientes climatizados com uma vasta quantidade de fungos e bactérias, os micro organismos de modo geral são considerados potencializadores de causas de doenças, o que infere é o sistema imunológico de cada indivíduo, ou seja, os bichinhos considerados invisíveis aos nossos olhos que poderiam ser inofensivos atacam com tudo se as defesas da pessoa estiverem enfraquecidas, causando uma série de problemas, como rinite, dores de cabeça, análise bem o que a maioria dos indivíduos que fazem uso do ar condicionado costuma reclamar.

A bactéria mais comum do ar condicionado é a *Legionella pneumophila*, ela quem contaminou a nutricionista Aline Borges de 23 anos, uma mineira de Belo Horizonte que sofreu uma infecção generalizada, e teve amputado os dedos dos pés e as pontas dos dedos das mãos, Aline viajava muito a trabalho e passava horas no ar condicionado, inclusive dormia com ar condicionado ligado.

Como já relatamos acima o caso do Ministro Sergio Motta, entretanto, o então Ministro das comunicações em 1998 que contraiu a bactéria acabou vindo a óbito, e desde 2003 a ANVISA- Agência Nacional de Vigilância Sanitária determina através da Re09.2003 uma sucessão de parâmetros para manutenção dos sistemas

de ar condicionado de uso coletivo, por exemplo, o filtro e a bandeja devem ser limpos mensalmente, o ventilador de 6 em 6 meses.

A legislação no Brasil é de qualidade e agora se tornou a lei 13589/2018 publicada em 04/01/2018. Porém a fiscalização em alguns locais ainda é falha, Em relação ao ar condicionado é relevante para os indivíduos que fazem uso do mesmo, manter como principal objetivo os filtros limpos, para que não haja criação de fungos e bactérias, lavando ele periodicamente e eventualmente trocando quando houver necessidade.

Por fim, a precedente disposição no âmbito de legislações legitimamente estabeleceu para proporcionar a eficiência energética no país surgiu em decorrência da crise de energia de 2001, quando foi sancionada Lei No 10.295, de 17 de outubro de 2001, que “dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia” (BRASIL, 2001a). O artigo 4º desta lei afirma que “o Poder Executivo desenvolverá mecanismos que promovam a eficiência energética nas edificações construídas no País”.

Dois meses em seguida, a regulamentação foi exposta sob forma do Decreto 4.059 de 19 de dezembro de 2001, indicando, no artigo 1º, que “os níveis máximos de consumo de energia, ou mínimos de eficiência energética, (...), bem como as edificações construídas, serão estabelecidos com base em indicadores técnicos e regulamentação específica (...)” (Brasil, 2001b). No decreto, fica instaurado o Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética - CGIEE, formado por prepostos do Ministério de Minas e Energia; Ministério da Ciência e Tecnologia; Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, fora os representantes da Agência Nacional de Energia Elétrica; Agência Nacional do Petróleo, e um mandatário de universidade brasileira e um cidadão brasileiro, conjuntamente especialistas em matéria de energia.

No campo de ação desse decreto, origina-se o Grupo Técnico para Eficientização de Energia nas Edificações no País (GTMME), que aplicar-se á estabelecer estratégias para classificação da eficiência energética das edificações e criar indicadores técnicos referenciais do consumo de energia destas edificações. Em 2003 foi lançado o PROCEL Edifica, por meio do Plano de Ação para Eficiência Energética em Edificações, constituindo 6 vertentes de ação: arquitetura

bioclimática, indicadores referenciais para edificações, certificação de materiais e equipamentos, regulamentação e legislação, remoção de barreiras à conservação da energia e, por fim, educação.

Concernente cada vertente declara uma sequência de projetos que direcionam efetivação a eficiência energética na cultura construtiva nacional, a contar de fase anterior ao projeto, mediante da educação e reconhecimento de materiais, inclusão a revisão de leis de eficiência energética para constante requalificação tecnológica. Um destes projetos é a expansão da peculiar regulamentação da eficiência energética das edificações.

REFERÊNCIAS

- "Nações Unidas". **A ONU e o meio ambiente**. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente/>>. Acesso em: 15 maio 2018.
- "PAYBACK". Disponível em: <[http://www.fapanpr.edu.br/site/docente/arquivos/PAYBACK SIMPLES E DESCONTADO.pdf](http://www.fapanpr.edu.br/site/docente/arquivos/PAYBACK_SIMPLES_E_DESCONTADO.pdf)>. Acesso em: 23 out. 2018.
- ((O))ECO. **Conceitos que você precisa saber para entender as notícias sobre o meio ambiente**. Disponível em: <<http://www.oeco.org.br/dicionario-ambiental/28289-entenda-a-lei-de-crimes-ambientais>>. Acesso em: 07 maio 2018.
- (Brasil) (Comp.). **Globalização: Ecologia**. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org>>. Acesso em: 12 abr. 2018.
- (Brasil) (Org.). **Módulo Básico de Manutenção**. São Paulo: Departamento Regional do Senai-sp, 2003.
- (Brasil) (Org.). **O Protocolo de Kyoto**. Disponível em: <Camada de Ozônio>. Acesso em: 24 out. 2018.
- (MMA), Ministério do Meio Ambiente. **A Camada de Ozônio**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/protecao-da-camada-de-ozonio/a-camada-de-ozonio>>. Acesso em: 18 maio 2018.
- (U, Cristiano Bertulucci Silveira Formado em Engenharia Elétrica Pela Unesp. **Manutenção Corretiva**. 2016. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/manutencao-corretiva/>>. Acesso em: 04 nov. 2018.
- . **Buraco na camada de ozônio**. Disponível em: <https://www.suapesquisa.com/ecologiasaude/buraco_camada_ozonio.htm>. Acesso em: 17 jun. 2018.
- . **Protocolo de Montreal: Proteção da Camada de Ozônio**. 2011. Disponível em: <<http://www.protocolodemontreal.org.br/eficiente/sites/protocolodemontreal.org.br/pt-br/site.php?secao=perguntaserespostas>>. Acesso em: 13 mar. 2018.
- . **SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO**. Disponível em: <<http://www.portaleducacao.com.br/cotidiano/artigos/49708/ar-condicionado-automotivo-entenda-o-seu-funcionamento>>. Acesso em: 20 ago. 2018.
- 16DE SETEMBRO - DIA INTERNACIONAL PARA A PRESERVAÇÃO DA CAMADA DE OZÔNIO. 2012. Disponível em: <<http://escolaemidiahonoraria.blogspot.com.br/2012/09/16-de-setembro-dia-internacional-para.html>>. Acesso em: 18 out. 2018
- A BENTO, Jose Manuel M. **Manual Pratico do Ar Condicionado**. São Paulo: Pini, 2014.
- A CONTA, Faz. **Payback**. 2012. Disponível em: <<http://fazaconta.com/payback.htm>>. Acesso em: 14 maio 2018.

A CONTA, Faz. **Viabilidade Financeira de Projetos**. 2015. Disponível em: <<http://fazaconta.com/business-case-vpl-payback-roi-tir.htm>>. Acesso em: 09 set. 2018.

A IMPORTÂNCIA da Limpeza e Manutenção do Ar Condicionado. Disponível em: <<http://www.mhtmangueiras.com.br/noticias/44-manutencao-arcondicionado>>. Acesso em: 11 jul. 2018.

A.DIAS AR CONDICIONADO. **Dicas de Instalação**. 2014. Disponível em: <http://www.adias.com.br/dicas_de_instalacao>. Acesso em: 29 jul. 2018.

ABRAVA. São Paulo: Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento, 01 dez. 2013. Mensal. Disponível em: <<http://www.abrava.com.br/>>. Acesso em: 20 jun. 2018.

AGUIAR, Gustavo Maia. **PAY BACK**. Disponível em: <<http://www.financasnaweb.hpg.com.br/payback.htm>>. Acesso em: 03 jul. 2018.

ALVES, Antonio Pedro. **Decisão de investimento, o que usar:: TIR, payback ou VPL?**. Disponível em: <<http://www.vendamuitomais.com.br/site/artigo.asp?Id=149>>. Acesso em: 15 set. 2018.

AMARAL, Leticia Bueno do. **AVALIAÇÃO E PROPOSTAS DE MELHORIAS PARA O SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO DA BIBLIOTECA DO ICTE**. 2015. 76 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, 2015.

Ar Condicionado Split. Disponível em: <<http://www.pontofrio.com.br/ArVentilacao/ArCondicionado/Split/Ar-Condicionado-Split-Lg-Smile-9.000-Btus-Frio-220V-4154464.html?resource=busca-int&rectype=busca-17>>. Acesso em: 04 out. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10520: Split system. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema_split>. Acesso em: 25 jun. 2018.

ATUALIDADES EM QUÍMICA: Camada de ozônio dá Nobel. [s.i]: Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, n. 2, nov. 1995.

BASENGE. **Sistema de Climatização Industrial**. Disponível em: <<http://www.basenge.com.br/sistema-climatizacao-industrial>>. Acesso em: 6 nov. 2018.

BRISA, Eco. **EFICIÊNCIA DO SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO ECOBRISA: SISTEMA EVAPORATIVO**. Disponível em: <<http://ecobrisa.com.br/>>. Acesso em: 26 maio 2018.

CLIMAFRIO (Sao Paulo). **Ar condicionado vrf**. Disponível em: <<http://www.climafrio.com.br/ar-condicionado-vrf.php>>. Acesso em: 23 nov. 2018.

Disponível em: <<http://www.infoescola.com/ecologia/construcao-sustentavel/>>. Acesso em: 01 abr. 2018.

FATEC. **Sistema de climatização automotivo**. 2010. Disponível em: <<http://fatecsantoandre.edu.br/arquivos/TCC051.pdf>>. Acesso em: 31 maio 2018.

JESUS, José Miguel Resende de. **Modelação e Controlo de um Sistema de Climatização**. 2001. 184 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2001. Disponível em: <[https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/11810/2/Texto integral.pdf](https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/11810/2/Texto%20integral.pdf)>. Acesso em: 30 out. 2018.

KODAIRA, Vanessa. **Viabilidade de sistema de climatização em poedeiras comerciais**. 2015. 93 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Tecnologia Animal, Faculdade de Engenharia - Unesp, Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira, 2015.

MARÊ, Renata Maria. **Estudo de Eficiência da Ventilação em um Sistema de Climatização com Distribuição de Ar Pelo Piso**. 2010. 205 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Construção Civil e Urbana, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

MOURA, Marcelo Blanco Bolsonaro de. **Aprimoramentos em sistema de climatização veicular para melhoria de condições ambientais de cabine e redução no consumo de combustível**. 2007. 75 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Automotiva, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

PEÇAS, Frio. **Ar Condicionado: Sistema de Ar condicionado VRF**. 2016. Disponível em: <<http://blog.friopecas.com.br/sistema-de-ar-condicionado-ecologico-vrf-ideal-para-grandes-projetos/>>. Acesso em: 03 nov. 2018.

Potência do ar condicionado. Disponível em: <<http://dicas.educaweb.com.br/qual-a-formula-para-calculer-a-potencia-adequada-do-ar-condicionado-ao-seu-espao/>>. Acesso em: 06 nov. 2018.

PROFISSIONALIZANTES, Thermal Cursos. **Instalação e manutenção de condicionador de ar split system**. 2016. Disponível em: <<http://thermalcursos.com.br/index.php/course/instalacao-e-manutencao-de-condicionador-de-ar-split-system/>>. Acesso em: 19 out. 2018.

Sistema de Ar Condicionado: VRF. 2013. Disponível em: <Sistema de Ar Condicionado: VRF. 2013. Disponível. Em:Acesso em: 30 out. 2016.>. Acesso em: 30 out. 2018.

FACULDADE DE AGUDOS - FAAG

**HELEN FERNANDA RODRIGUES NASCIMENTO
RODRIGO ROGERS DOMINGUES**

**PNEUS DE REUSO: O novo destino dos pneus recolhidos no Município de
Agudos**

**AGUDOS- SP
2018**

FACULDADE DE AGUDOS - FAAG

**HELEN FERNANDA RODRIGUES NASCIMENTO
RODRIGO ROGERS DOMINGUES**

**PNEUS DE REUSO: O novo destino dos pneus recolhidos no Município de
Agudos**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à Banca Examinadora do Curso de Engenharia
de Produção, Faculdade de Agudos, sob
orientação da Prof. Dra. Mariana Bormio.

**AGUDOS- SP
2018**

**HELEN FERNANDA RODRIGUES NASCIMENTO
RODRIGO ROGERS DOMINGUES**

**PNEUS DE REUSO: O novo destino dos pneus recolhidos no Município de
Agudos**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Banca Examinadora do
Curso de Engenharia de Produção,
Faculdade de Agudos - FAAG, sob
orientação da Prof. Dra^a Mariana Bormio.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Orientadora: Dra. Mariana Bormio

Prof.^a Dra. Márcia Regina Vazzoler

Prof.^a. Milene Cristina Satin

Agudos, 2018.

Dedicamos este trabalho aos familiares e amigos
que contribuíram para a conclusão do mesmo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida, saúde, pela força que tem me dado para superar as dificuldades e por todas as bênçãos concedidas a mim.

Ao meu pai Luiz e minha mãe Renata por serem o meu esteio e que com muito amor e carinho me conduzem nessa jornada que se chama vida. Minha eterna gratidão e admiração.

Ao meu esposo Fernando pelo companheirismo, dedicação, paciência e amor. Sempre me incentivando a nunca desistir dos meus sonhos, me trazendo paz no decorrer de cada semestre.

A minha irmã Ana Paula pela doçura e carinho. Partilhamos constantemente as alegrias, tristezas, desafios, turbulências e barreiras. Sempre juntas, onde o incentivo, o amor e o acalanto se fazem presentes.

Ao meu cunhado Josias por seu altruísmo e a minha linda sobrinha Luíza que veio para alegrar as nossas vidas.

A minha sogra Rosa que tem um papel muito importante na minha vida, pois além de ter gerado o amor da minha vida, é para mim uma segunda mãe.

Aos meus avós, tios, tias, primos e primas.

Ao meu companheiro de trabalho pelo empenho e paciência.

Aos meus amigos e colegas de classe.

A orientadora Dra. Mariana Bormio pelos ensinamentos importantes e apoio na elaboração deste trabalho.

À coordenação por estar sempre à disposição para melhor nos atender.

Aos professores do Curso de Engenharia de Produção da FAAG, que não se preocupam só em ensinar, mas sim, em fazer o aluno aprender.

Aos funcionários da FAAG, pelo auxílio e amizade durante o decorrer do curso.

Helen Fernanda Rodrigues Nascimento

Agradeço a Deus! Jesus Cristo e a Nossa Senhora Aparecida por me manterem forte na fé nas dificuldades durante o curso.

Agradeço aos meus pais por sempre me oferecerem a oportunidade de poder estudar, buscar o melhor e guiar no melhor caminho.

A minha noiva, por me ajudar e dedicar-se ao meu lado nesse percurso, sendo minha luz.

A minha irmã, sempre me orientando quando necessário e fortalecendo nas adversidades.

A minha companheira de Trabalho de Graduação, pela paciência e parceria.

A professora e Orientadora Mariana Bormio pelas sugestões, ensinamentos e orientações.

À coordenação por estar sempre presente.

Aos professores do Curso de Engenharia de Produção da FAAG, pelos conselhos e ensinamentos transmitidos.

Aos funcionários da FAAG, pelo auxílio e amizade durante o decorrer do curso.

A todos os colegas de graduação pelo companheirismo e amizade.

Rodrigo Rogers Domingues

“Ter a firme convicção de que o mundo estará ao teu lado, enquanto te mantiveres leal ao que há de melhor em ti” (Carlos Gracie, 1994).

RESUMO.

Com o desenvolvimento tecnológico, a população passou a consumir cada vez mais. No setor de transporte isso não é diferente, as frotas dos automóveis de passeio e também de cargas aumentam com o passar dos anos. O modal rodoviário é o principal meio de transporte, principalmente para cargas pequenas e médias, com isso, não é de se estranhar que a quantidade de pneus inservíveis seja tão grande quanto o número de veículos. Os pneus inservíveis são pneus cuja vida útil terminou e que precisam ser descartados em um ambiente correto de modo que não cause o desequilíbrio ecológico e ambiental. O objetivo do presente trabalho foi desenvolver um estudo a respeito das políticas e programas adotados por um município do interior paulista em relação ao descarte correto de pneus inservíveis. A caracterização da pesquisa se deu mediante um levantamento bibliográfico e pesquisa documental, seguidos de um estudo de caso de caráter quanti-qualitativo. O destino de pneus inservíveis vem como assunto principal deste trabalho, em seguida, apresenta as práticas e políticas desenvolvidas para o controle da poluição ambiental e preservação do meio ambiente como a fundação de Conselho municipal e o desenvolvimento da Educação ambiental realizada no município.

Palavras-chave: Pneus. Preservação ambiental. Controle da poluição. Pneus inservíveis.

ABSTRACT

With technological development, the population began to consume more and more. In the transportation sector this is no different, the fleets of passenger cars and also cargo fleets increase over the years. Road transport is the main means of transport, especially for small and medium loads, so it is not surprising that the number of waste tires is as large as the number of vehicles. Waste tires are tires whose life has ended and need to be disposed of in a correct environment so as not to cause ecological and environmental imbalance. The objective of the present work was to develop a study about the policies and programs adopted by a municipality of the interior of São Paulo in relation to the correct disposal of waste tires. The characterization of the research was done through a bibliographical survey and documentary research, followed by a quantitative-qualitative case study. The destination of waste tires comes as the main subject of this work, then presents the practices and policies developed for the control of environmental pollution and preservation of the environment such as the founding of the municipal council and the development of environmental education held in the municipality.

Key-words: Tires. Environmental preservation. Pollution control. Unusable tires.

.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Evolução da roda	16
Figura 2: Estrutura radial do pneu.....	17
Figura 3: Ciclo de vida do pneu	18
Figura 4:Pneus descartados de forma incorreta.	20
Figura 5: Representação Esquemática dos Processos Logística Direta e Reversa	23
Figura 6: Atividades Típicas do Processo Logístico Reverso.	24
Figura 7: Ciclo do pneu.....	26
Figura 8: Evento Prefeitura Municipal de Agudos.....	36
Figura 9: Evento Prefeitura Municipal de Agudos	37
Figura 10: Evento Prefeitura Municipal de Agudos	37
Figura 11:O aço, a borracha e a fibra têxtil já separados	39
Figura 12: Inauguração do Recanto ecológico	41
Figura 13: Inauguração do Recanto ecológico.....	42

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Quantidade de pneus destinados.....	15
Gráfico 2:Relação de pneus recolhidos pela Prefeitura X Setor Privado X Moradores.	38

Sumário

1 INTRODUÇÃO	12
1.3 Hipótese	14
1.4 Justificativa	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1 Pneus de borracha.....	15
2.2 Pneus inservíveis	18
2.3 Impactos ambientais	19
2.3 Logística reversa.....	22
2.6 EDUCAÇÃO AMBIENTAL	29
1.5 Objetivos	30
1.5.1 <i>Objetivos gerais</i>	31
1.5.2 <i>Objetivos específicos</i>	31
1.4 Metodologia	31
ESTUDO DE CASO	32
3.1.1 Do acordo de Cooperação entre Prefeitura e Reciclanip	32
3.1.2 COMDEMA	34
3.1.3 FUMDEMA.....	35
3.1.4 Das políticas de Educação ambiental	35
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
REFERÊNCIAS	44
APÊNDICE 1- Formulário apresentado às empresas que vendem e reformam pneus na cidade de Agudos.....	47

1 INTRODUÇÃO

O pneu é um artefato circular feito de borracha e tem papel indispensável e imprescindível na vida diária da sociedade, seja no transporte de cargas ou de passageiros, máquinas agrícolas, carro de passeio, motocicletas, bicicleta, entre outros. Porém sua aplicação rotineira pode acarretar em fatores de problemas sanitários e ambientais, sendo tanto no material sedimentar disposto no ar e no solo causado pelo desgaste, como o pneu já sem condições de uso.

O setor dos transportes ganhou com a descoberta dos pneus de borracha, porém sua utilização ocasionou um grande problema no ambiente. O crescente número de pneus utilizados e descartados evidencia um problema mundial estando justamente relacionado à frota de veículos de cada localidade. Com o crescimento da frota de veículos, cresceram-se igualmente os danos no ambiente causado pelos milhões de pneus inservíveis gerados todos os anos. A localização final dos pneus exige um quebra-cabeça de árdua solução, pois são objetos que abrangem grande volume e que necessitam ser armazenados em condições apropriadas (MARTINS, 2004).

Estudos demonstram que no Brasil são gerados 30 milhões de pneus inservíveis por ano e parte desses pneus acabam sendo enviados a depósitos clandestinos, causadores de poluição ambiental e até mesmo de algumas patologias (NETO, 2016). Porém, com o desenvolvimento de novas tecnologias é possível utilizar esses pneus como borracha pulverizada, que pode ser utilizada como matéria-prima modificadora dos asfaltos habituais. Esta modificação obtida é de grande benefício para melhoria do ligante e para que se tenha uma durabilidade maior das estradas brasileiras.

Em virtude das crescentes preocupações com meio ambiente, tem-se indagado acerca da destinação ou deposição de pneus crescentes. A possibilidade de se reaproveitar tais pneus tem-se constituído em todo o planeta, em um desafio árduo, decorrente de suas particularidades relacionadas a sua durabilidade.

Os benefícios econômicos e ambientais são justificativos suficientes para o uso de pavimento de asfalto emborrachado para muitos estados, e descobertas recentes têm reforçado a adoção do material, especialmente em construções de grande escala de pavimentação como rodovias. Estradas de asfalto com borracha são mais duráveis, sendo significativamente menos quebradiço e oferecendo resistência

à fissuração tendo potencial para durar 10 anos. Sua superfície lisa e maiores resistências proporcionam uma melhor qualidade de passeio (CURY et al., 2015)

As vantagens de se utilizar a borracha triturada de pneus nas misturas asfálticas devem levar em consideração os benefícios de cunho ambiental e de engenharia (FERNANDES JUNIOR, 2015), esse, porém não é o único método usado para a aplicação desse resíduo.

O objetivo do presente trabalho foi abordar a utilização dos materiais oriundos da reciclagem dos pneus que foram descartados na cidade de Agudos. Como metodologia, tratou-se de um levantamento bibliográfico e pesquisa documental, seguido de estudo de caso de caráter quanti-qualitativo.

A sua utilização como material ligante asfalto borracha, seja natural ou sintético em carros e caminhões, pode acarretar vantagem na pavimentação asfáltica devido ao impacto positivo no meio ambiente, pois o processo de modificação da borracha modificada é altamente controlado e teor de suas partículas varia de 15% a 20% em relação ao peso da mistura, diluentes e alguns aditivos (ODA, 2015).

Outra situação é em artefatos de borracha, onde da origem a diversos artefatos, como tapetes para automóveis, pisos industriais e pisos de quadras poliesportivas, também em adição à massa asfáltica de pó de borracha, oriundo da trituração de pneus inservíveis, onde o asfalto-borracha tem uma vida útil maior e tem um nível de ruído menos e oferece maior segurança aos usuários das rodovias.

Laminação é o processo no qual os pneus não radiais são cortados em lâminas que servem para a fabricação de percintas usadas nas indústrias moveleiras, sola de calçados, dutos de águas pluviais e entre outros.

De acordo com Cury et al. (2015), o uso do asfalto com borracha começou como um meio para resolver o problema da eliminação de montagem de pneus de borracha. Pneus velhos são um risco de incêndio e ocupam grandes quantidades de espaço em aterros sanitários. Incorporar pneus (como borracha de pneus triturados) para o pavimento era uma forma barata de ambas as reciclagens da enorme quantidade de pneus velhos, reduzindo o preço do pavimento de asfalto.

O mesmo autor relata que a borracha reciclada a partir de resíduos de pneus tem sido utilizada no asfalto pela indústria de pavimentação desde a década de 1970 nos Estados Unidos. No Brasil, até recentemente, o uso rotineiro da borracha reciclada de pneu em pavimentos foi limitado a alguns estados. Embora o

desempenho seja geralmente bom, o custo era muito elevado quando comparada às práticas convencionais.

O objetivo é desenvolver um estudo a respeito das políticas e programas adotados por um município do interior paulista em relação ao descarte correto de pneus inservíveis.

Para a composição desse trabalho, onde a explanação é a destinação de pneus inservíveis da cidade de Agudos, desenvolveu-se um estudo de caso quali-quantitativo no qual buscou-se informações com proprietários de empresas que vendem e reformam pneus e levantamento de dados junto a Prefeitura Municipal de Agudos para conhecimento das ações e práticas realizadas para que os pneus inservíveis não se tornem passivos ambientais.

1.3 Hipótese

Partimos da hipótese de que o descarte correto e utilização de parte dos pneus recolhidos para confeccionar brinquedos que serão distribuídos em parques e praças da cidade para compor paisagismo e oficinas de Educação ambiental faz com que esse produto seja reaproveitado preservando o Meio Ambiente.

1.4 Justificativa

Com o aumento da população no Brasil, os recursos naturais tornaram-se cada vez mais escasso e nas últimas décadas a Sustentabilidade vem ganhando mais espaço a fim de amenizar os impactos no Ecossistema que acometem os recursos naturais, que são qualquer insumo de que os organismos, as populações e os ecossistemas necessitam para sua manutenção, sendo assim, recurso natural é de suma importância para a nossa sobrevivência (BRAGA et al., pag. 4, 2005)

Com isso, a necessidade de preservar o meio ambiente faz com que, cada vez mais a população se torne consciente em relação à sua preservação. O descarte correto de produtos também contribui grandemente com ecossistema, no Brasil cerca de 450.000 toneladas de pneus são descartadas por ano.(SEST SENAT, 2017). A importância da educação ambiental e projetos que reutilizem esses pneus

descartados tornam-se cada vez mais evidente diante das recentes ações relacionadas à preservação do meio ambiente e da Sustentabilidade.

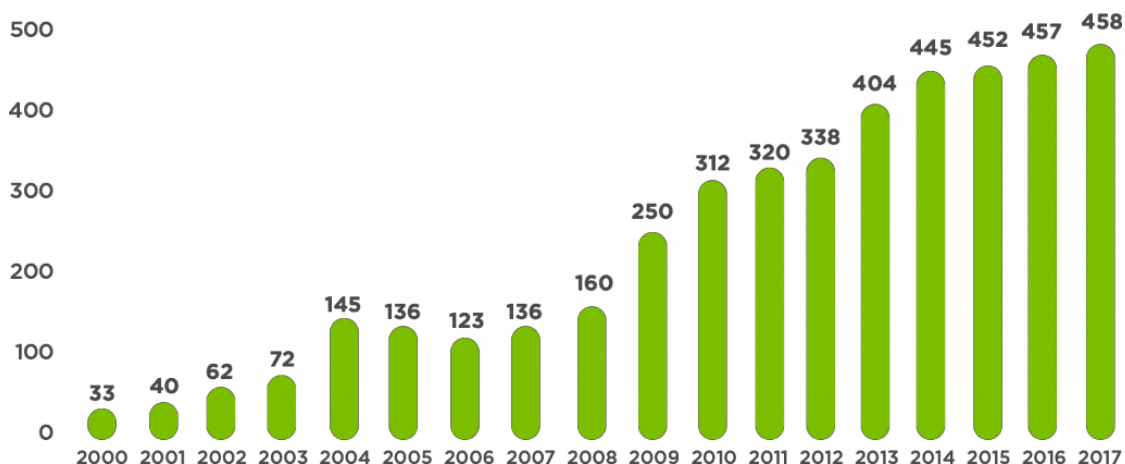
De acordo com o Relatório de Pneumáticos de 2017, expedido pelo IBAMA, 457.533 toneladas de pneus inservíveis foram destinadas de forma ambientalmente correta em 2016. Neste mesmo ano, o total de pneus descartados no Brasil foi de 510.449 de toneladas.

“O número de pneus descartados é mapeado pelo número de pneus vendidos para reposição” (RECICLANIP, 2018).

O gráfico 1 revela o volume, por ano, de pneus destinados pela Reciclanip.

Gráfico 1: Quantidade de pneus destinados.

VOLUMES DESTINADOS - DE 2000 A 2017 (EM MIL TONELADAS)



Fonte: Reciclanip, 2018.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Pneus de borracha

Os pneus de borracha surgiram para substituir as rodas de madeira e de ferro usadas em carroças e carruagens desde início da história. A borracha, além de ser resistente e durável, absorve o impacto das rodas no solo, fato esse que tornou o transporte prático e confortável (BERTOLLO et al., 2000). A figura 1 apresenta a evolução da roda, da madeira à borracha vulcanizada.

Figura 1: Evolução da roda



Fonte: Emblemax, 2018

A evolução só foi possível por ação do inventor norte-americano Charles Goodyear, que foi quem descobriu o processo de vulcanização da borracha. A borracha, além de ter grande resistência e durabilidade, absorve o impacto das rodas no solo, fato esse que possibilitou que o transporte seja prático e confortável (NETO, 2016).

Os materiais que compõe o pneu variam de acordo com o seu uso, entretanto é constituído basicamente de uma mistura de borracha natural ou sintética, negro de fumo, aço e *nylon*. O negro de fumo, ou carbono amorfo, derivado do petróleo, é indispensável nos compostos de borracha conferindo resistência a abrasão deixando o pneu preto. Acrescido a esta mistura também estão enxofre, outros produtos químicos, catalisadores e plastificantes (MANSOR, et al., 2013).

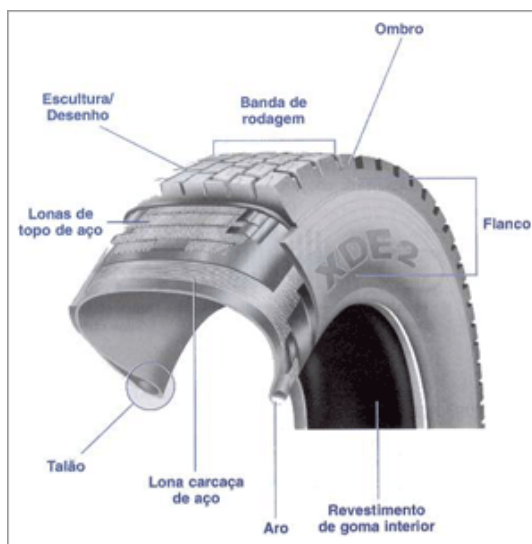
Para reforçar a estrutura resistente de lonas emborrachadas, cordéis de aço, nylon ou materiais como *Kevlar*, são ajustados numa completa arquitetura. O processo de fabricação do pneu é um tanto complexo, resumidamente ocorre através da mistura de diferentes tipos de borracha em equipamentos que funcionam a temperaturas e pressão extremamente altas. As substâncias são misturadas até que se forme uma massa preta e pegajosa, que será laminada diversas vezes (ANIP, 2018).

Quando a borracha estiver esfriada, é transformada em placas, para seguirem ao corte. As máquinas de corte deixam a borracha em tiras, que serão usadas nos flancos e nos pisos dos pneus. Há outro tipo de borracha que vai revestir o tecido (*rayon*, *nylon* ou poliéster) que será utilizado na carcaça do pneu.

A próxima etapa do processo de fabricação de um pneu consiste em encaixar o talão, que possui formato de aro, no pneu, responsável por fixá-lo na jante do veículo. São adicionadas duas camadas de tecido, as telas, e mais um par de tiras de revestimento, que impedem o desgaste do pneu que ocorre devido à fricção da jante. Em seguida são colocadas as cintas de aço que resistem aos furos e mantêm o piso na estrada.

O processo de vulcanização dá ao pneu o seu formato final e o modelo do piso, através de moldes quentes, que possuem o modelo do piso, as marcas do fabricante e as marcas exigidas por lei que serão aplicadas no flanco. A figura 2 apresenta a estrutura radial do pneu automotivo.

Figura 2: Estrutura radial do pneu.



Fonte: Portal resíduos sólidos, 2018.

Alguns fatos foram destaques na evolução da indústria pneumática no Brasil:

- No ano de 1936 iniciam-se as atividades da indústria de pneumáticos no Brasil.

- Em 1939 é inaugurada a primeira fábrica de pneus: a Goodyear. Em 1940, a Firestone também chega ao Brasil e no ano seguinte é a vez da Pirelli fazer a sua estreia no país.

- No ano 1960, a fundada a ANIP (Associação Nacional da Indústria de pneumáticos) tem como escopo principal defender os interesses do setor e do

comércio de pneus, visando o engrandecimento social e econômico da Indústria pneumática e da Nação.

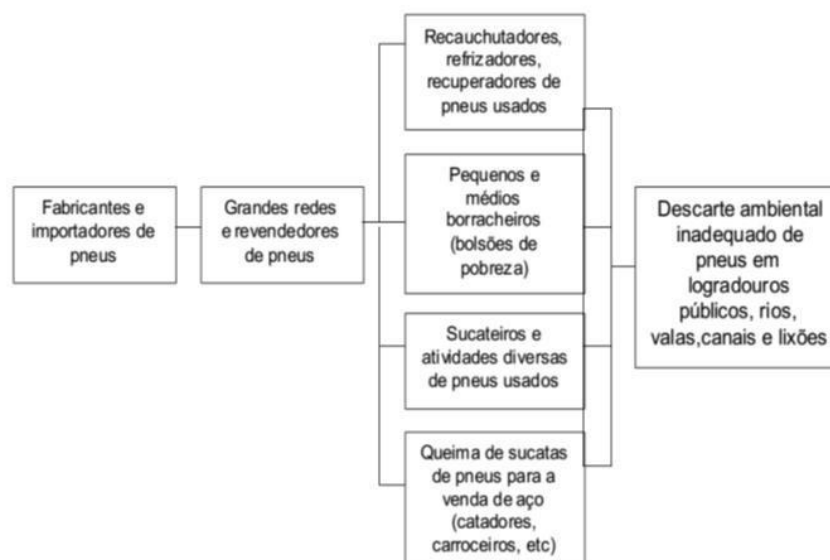
·1999 inicia-se o Programa Nacional de Coleta e Destinação de pneus inservíveis.

·A Reciclanip.é fundada em 20017 (RECICLANIP, 2018).

2.2 Pneus inservíveis

Os pneus ocupam grande volume e necessitam ser armazenados em condições propícias para conter os possíveis riscos de incêndio e a propagação de insetos e roedores. A disposição final em aterros sanitários torna-se impraticável, uma vez que os pneus inteiros possuem baixa capacidade de diminuição de volume, e degradação muito lenta (MANSOR, et al., 2013). A figura 2 mostra o ciclo de vida do pneu.

Figura 3: Ciclo de vida do pneu



Fonte: Martins, 2018.

O reaproveitamento dos pneus se constitui em um desafio árduo devido as suas particularidades em relação a sua durabilidade (aproximadamente 600 anos), por isso, a complexidade de se propiciar uma nova destinação ecologicamente correta. Sendo assim, há a necessidade de ajustar todas as variáveis internas ou externas de uso dos pneus, ou seja, sua melhor aplicação. As formas surgidas em sistemas ambientais geomorfológicos estão diretamente

relacionadas às influências exercidas pelo ambiente, que controla tanto a qualidade como a quantidade de matéria e a energia a fluir por esse sistema. O grande número de pneus usados descartados representa um problema mundial que está diretamente relacionado à frota de veículos de cada país

Pela falta de ações políticas para controle e destinação adequada até o ano de 2002, os pneus geralmente eram armazenados em fundos de quintais, borracharias, em estradas, próximos a região do acostamento, com isso, algumas alternativas começaram a ser criadas para que estes resíduos pudessem ser utilizados como matéria-prima para um novo produto ou mesmo na utilização em outras funções que não o transporte, sendo assim, classificado como reformáveis ou não reformáveis.

A Resolução nº 258 do CONAMA determinou que, a partir de 1º de Janeiro de 2002, fabricantes e empresas que importam pneus são responsáveis pela coleta e destinação final dos mesmos, de forma ambiental pertinente, aos pneus inservíveis que existem no território brasileiro, conforme intensidade relativa às quantidades fabricadas e importadas.

O CONAMA é Conselho Nacional do Meio Ambiente, um órgão deliberativo e consultivo do SISNAMA - Sistema Nacional do Meio Ambiente. Seu objetivo é assessorar, estudar e propor ao Governo políticas governamentais para a exploração e preservação do meio ambiente e dos seus recursos naturais. Também é de sua competência criar normas e padrões compatíveis com o meio ambiente ecologicamente equilibrado. Suas Resoluções estabelecem normas, critérios e padrões relativos ao controle e à manutenção da qualidade do meio ambiente, visando o uso racional dos recursos naturais (O ECO, 2016).

Com tudo isso, ocorre uma crescente produção de resíduos sólidos urbanos nas cidades brasileiras, que infelizmente não tem sido acompanhada por políticas públicas adequadas, e ações voltadas para a reciclagem e o reuso de materiais descartados.

2.3 Impactos ambientais

Como explanado anteriormente, os pneus inservíveis muitas vezes são descartados em terrenos baldios ou queimados individualmente ou em montantes, representam um grave problema ambiental e de saúde pública.

Em decorrência, a situação se torna particularmente grave em municípios que estão geograficamente localizados em áreas distantes dos grandes centros urbanos e que, conseqüentemente, não são abrangidos pelos programas de logística reversa do setor empresarial, em conseqüência, ocorre tanto o incremento da poluição atmosférica local como a ampliação de criadouros propícios para a reprodução do *Aedes Aegypti*, transmissor da dengue e outros insetos transmissores de doenças.

Com a migração da população para as áreas urbanas e o crescimento dos resíduos sólidos, sentiu-se uma necessidade muito grande de formular políticas e adotar práticas para o descarte correto desses resíduos visando à prevenção e controle da poluição, a proteção e à recuperação da qualidade ambiental e à promoção da saúde pública (BRAGA et. Al., 2005).

O tempo de decomposição do pneu é indeterminado (Veloso, 2015), sendo assim, os pneus que não possuem mais condições de rodagem se transformam em resíduos sólidos e, quando não destinados ao descarte correto ou reuso podem resultar em possíveis criadouros do mosquito *Aedes aegypti* que transmite a Dengue trazendo grande transtorno a saúde de toda a população. A Figura 4 revela pneus inservíveis descartados de forma incorreta.

Figura 4: Pneus descartados de forma incorreta.



Fonte: Sedema, 2018.

Políticas nacionais especificam a situação de cada resíduo sólido, sendo a PNRS- Política Nacional de resíduos sólidos, que classifica e descreve os resíduos como:

- a) **Resíduos domiciliares:** Os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
- b) **Resíduos de limpeza urbana:** Os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- c) **Resíduos Sólidos urbanos:** Os englobados nas classificações a e b;
- d) **Resíduos de Estabelecimentos comerciais e Prestadores de serviços:** Os gerados nessas atividades, executando-se as classificações b, e, g, h e j*;
- e) **Resíduos de serviços Públicos de Saneamento Básico:** Os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na classificação c;
- f) **Resíduos industriais:** Os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
- g) **Resíduos de serviços de saúde:** Os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do SISNAMA e do SNVS;
- h) **Resíduos da construção civil:** Os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras da construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;
- i) **Resíduos agrossilvopastoris:** Os gerados nas atividades agropecuárias e nas silviculturas incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;
- j) **Resíduos de serviços de transportes:** Os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;
- k) **Resíduos de mineração:** Os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;

Os resíduos referidos na classificação “d”, se caracterizados como não perigosos, podem, em razão de sua natureza - composição ou volume, ser equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal.

O aumento significativo dos pneus inservíveis trouxe grande preocupação à sociedade e também aos órgãos responsáveis pela preservação do meio ambiente. Os pneus inservíveis, por possuírem uma baixa deterioração, armazenamento inadequado, descarte incorreto, possíveis focos de doenças como a

dengue por se tronearem depósitos de água ou contaminação do solo e do ar através da queima a céu aberto traz sérios prejuízos, dar um destino ambientalmente correto há esses produtos tornou-se um grande desafio.

2.3 Logística reversa

No Brasil, visando à diminuição dessa problemática, o CONAMA instituiu a Resolução nº 416/2009 que dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada.

Para os autores Silva e Silva (2013), todo esse processo em caráter de engenharia se adota o conceito de logística reversa, que evoluiu muito ao longo dos anos, pois, ao contrário do que se imagina, a preocupação com a preservação do meio ambiente não é recente, todavia, a partir do século XIX, essa preocupação tomou uma proporção maior.

Conceituamos logística como o gerenciamento do fluxo de materiais do seu ponto de aquisição até o seu ponto de consumo, porém, existe um fluxo logístico reverso, desde o consumo até o ponto de origem. Este fluxo logístico reverso é comum nesse processo. Observa-se que o escopo e a escala das atividades de reciclagem e reaproveitamento de produtos têm aumentado consideravelmente nos últimos anos, sendo por questões ambientais, onde uma clara tendência de que a legislação ambiental caminhe no sentido de tornar os fabricantes cada vez mais responsáveis por todo ciclo de vida de seus produtos. Isto significa ser responsável pelo seu destino após a entrega dos produtos aos clientes e do impacto que estes produzem no meio ambiente, o qual não é o caso abordado. Um segundo aspecto diz respeito ao aumento de consciência ecológica dos consumidores que esperam que as empresas reduzam os impactos negativos de sua atividade ao meio ambiente, qual condiz mais com nosso estudo e tem gerado ações por parte de algumas empresas que visam comunicar ao público uma imagem institucional “ecologicamente correta”.

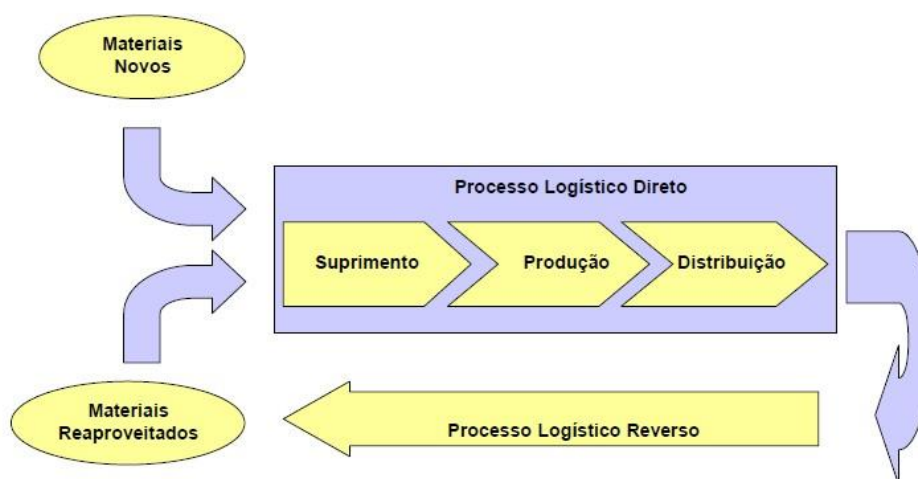
Outra situação é a redução de custo, onde as iniciativas relacionadas à logística reversa têm trazido consideráveis retornos para as empresas, os esforços em desenvolvimento e melhorias nos processos de logística reversa podem produzir também retornos consideráveis, que justificam os investimentos realizados.

Por traz do conceito de logística reversa está um conceito mais amplo que é o do “ciclo de vida”. Onde a vida de um produto, do ponto de vista logístico, não

termina com sua entrega ao cliente, pois produtos se tornam obsoletos, danificados, ou não funcionam e deve retornar ao seu ponto de origem para serem adequadamente descartados, reparados ou reaproveitados. Pelo lado financeiro, fica evidente que além dos custos de compra de matéria prima, de produção, de armazenagem e estocagem, o ciclo de vida de um produto inclui também outros custos que estão relacionados a todo o gerenciamento do seu fluxo reverso. Do ponto de vista ambiental, esta é uma forma de avaliar qual o impacto que um produto sobre o meio ambiente durante toda a sua vida. Esta abordagem sistêmica é fundamental para planejar a utilização dos recursos logísticos de forma contemplar todas as etapas do ciclo de vida dos produtos.

Neste contexto, podemos então definir logística reversa como sendo o processo de planejamento, implementação e controle do fluxo de matérias-primas, estoque em processo e produtos acabados (e seu fluxo de informação) do ponto de consumo até o ponto de origem, com o objetivo de recapturar valor ou realizar um descarte adequado. A figura 5 mostra a Representação Esquemática dos processos Logística Direta e Reversa.

Figura 5: Representação Esquemática dos Processos Logística Direta e Reversa.



Fonte: Lacerda, 2018.

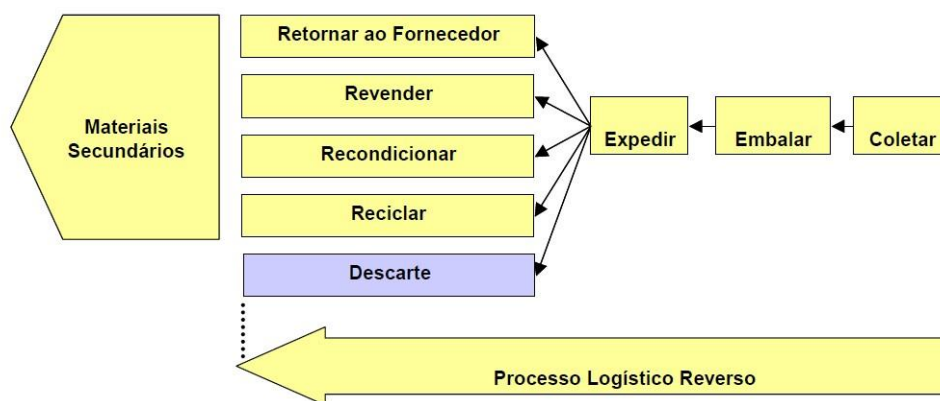
O processo de logística reversa gera materiais reaproveitados que retornam ao processo tradicional de suprimento, produção e distribuição. Neste caso, são os pneus inservíveis. Este processo é geralmente composto por um conjunto de atividades, porém apontamos os pontos de consumo até os locais de reprocessamento, revenda ou de descarte.

Existem variantes com relação ao tipo de reprocessamento que os materiais podem ter, dependendo das condições em que estes entram no sistema de logística reversa.

Os materiais podem retornar ao fornecedor quando houver acordos neste sentido. Podem ser revendidos se ainda estiverem em condições adequadas de comercialização. Podem ser reconicionados, desde que haja justificativa econômica. Podem ser reciclados se não houver possibilidade de recuperação.

Todas estas alternativas geram materiais reaproveitados, que entram de novo no sistema logístico direto. Em último caso, o destino pode ser o seu descarte final. A figura 6 retrata as atividades do processo logístico reverso.

Figura 6: Atividades Típicas do Processo Logístico Reverso.



Fonte: Lacerda, 2018.

A logística reversa vai muito além de simplesmente trazer o produto de volta, envolve educação ambiental, inclusão social, informação adequada ao consumidor e ferramentas específicas. Vários segmentos já adotaram a logística reversa com o intuito de descartar seus produtos de maneira ambientalmente correta. Com a aprovação e a promulgação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) em 2010, que obriga o recolhimento dos produtos após o término de sua vida útil, destinando-os de maneira ecologicamente adequada, o assunto vem ganhando acentuada relevância.

Além disso, a PNRS visa compartilhar a responsabilidade entre fabricantes, comerciantes e consumidores quanto à destinação ou reciclagem dos produtos comercializados.

“Entidades sem fins lucrativos, com orçamento específico e responsáveis pela coleta e destinação ambientalmente correta dos produtos no pós-vida, além de realizarem campanhas de educação ambiental, a inclusão social dos catadores de resíduos com segurança e responsabilidade, administrar os pontos de consolidação e elaborar controles, registros no Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR), fazem a interlocução com reguladores e o cumprimento pleno da legislação. As entidades gestoras podem ser independentes ou ligadas aos órgãos de classe, inclusive, ser mais do que uma para cada cadeia econômica. O exemplo da gestora de saída de órgão de classe é a Reciclanip, responsável pela cadeia de pneus, com orçamento, em 2014, da ordem de US\$ 90 milhões e pontos de consolidação espalhados pelo País, atingindo as metas impostas pela legislação” (Vallejo, pag. 60, 2016).

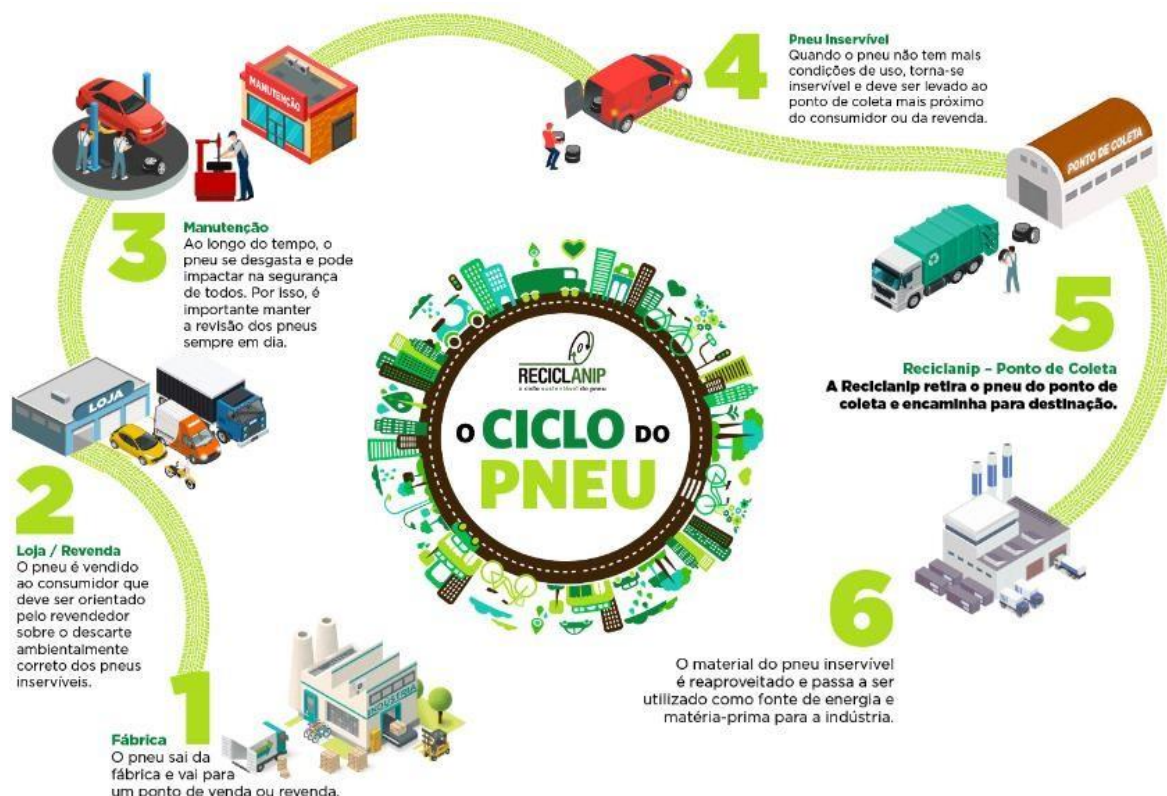
A Reciclanip com seu trabalho de coleta e destinação de pneus inservíveis realizados pela entidade é comparável aos maiores programas de reciclagem desenvolvidos no país, em especial, ao de latas de alumínio e embalagens de defensivos agrícolas. O projeto iniciou em 1999, com o Programa Nacional de Coleta e Destinação de Pneus Inservíveis implantados pela ANIP (Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos), entidade que representa os fabricantes de pneus novos no Brasil. Ao longo dos anos.

Esse programa foi sendo ampliado para todas as regiões do País e os fabricantes decidiram criar uma entidade voltada exclusivamente para esse fim. Sendo assim, em 2007, a Reciclanip foi criada pelos fabricantes de pneus novos Bridgestone, Goodyear, Michelin e Pirelli. Em 2010, a Continental juntou-se à entidade e, em 2014, foi a vez da Dunlop. As atividades atendem a resolução 416/09 do Conama, que regulamenta a coleta e destinação dos pneus inservíveis.

A criação desta entidade demonstra a responsabilidade da indústria brasileira de pneumáticos com as questões ambientais e com o estabelecimento de condições que permitam o desenvolvimento sustentável do País, valorizando, sobretudo, a preservação da natureza e a qualidade de vida e o bem-estar da população.

A Reciclanip tem como missão ser uma entidade modelo, sendo autossustentável e podendo ser reconhecida e admirada pelo trabalho eficaz no destino de pneus inservíveis e podendo ser autônoma em operações e financeiramente. Tem como visão administrar o processo de coleta e a destinação de pneus inservíveis e, todas as regiões dos país, garantindo a captação de pneus com participação de todos os elos da cadeia de produção. (Reciclanip, 2018). A figura 7 descreve o Ciclo do pneu.

Figura 7: Ciclo do pneu.



Fonte: <http://www.reciclanip.org.br/formas-de-destinacao/ciclo-do-pneu/>

A Reciclanip trata o ciclo do pneu em seis etapas, sendo:

1. Fábrica, onde o pneu sai da fábrica e vai para um ponto de venda ou revenda.
2. Loja/Revenda, onde o pneu é vendido ao consumidor que deve ser orientado pelo revendedor sobre o descarte ambientalmente correto dos pneus inservíveis.
3. Manutenção, onde ao longo do tempo, o pneu se desgasta e pode impactar na segurança de todos. Por isso é importante manter a revisão dos pneus sempre em dia.
4. Pneu inservível, quando o pneu não tem mais condições de uso, torna-se inservível e deve ser levado ao ponto de coleta mais próximo do consumidor ou da revenda.
5. Reciclanip – Ponto de coleta, onde a Reciclanip retira o pneu do ponto de coleta e encaminha para a destinação.
6. O material do pneu inservível é reaproveitado e passa a ser utilizado como fonte de energia e matéria prima para a indústria.

Atualmente tende a manter e assegurar sua autonomia operacional e financeira e reformular o perfil da entidade em ser o centro de custos para um *profit-center*, ser referência em conhecimento e informações sobre a destinação correta ambientalmente de pneus. A Reciclanip possui uma política de ética e integridade, que tem como objetivo fornecer orientações para melhor as decisões tomadas.

Já o código de ética e conduta do sistema ANIP para fornecedores, destaca padrões importantes que são consistentes com os valores do sistema ANIP e que cada fornecedor deve seguir rigorosamente. As normas e o código do fornecedor se aplicam a todo e qualquer fornecedor, consultor, vendedor, corretor, comerciante, contratados, e outros fornecedores de outras mercadorias e serviços para o Sistema ANIP de forma global, doravante denominado fornecedor.

O fornecedor reconhece e concorda em seguir integralmente os padrões que é um parâmetro essencial da relação comercial entre o fornecedor e o sistema ANIP e obrigatório para todos os fornecedores nacionais ou estrangeiros, independentemente do produto ou serviço fornecido à ANIP.

O sistema ANIP terá familiaridade com as práticas comerciais de seus fornecedores e subcontratados e recomendará que todos os fornecedores e subcontratados sigam este código do fornecedor e para esclarecer problemas relacionados ao código do fornecedor, o fornecedor entrará em contato com o sistema ANIP.

Em conformidade com leis, normas e regulamentações regais o fornecedor seguirá toda e qualquer lei, norma e regulamentação aplicável nos países em que operar e manterá um sistema para monitoramento da conformidade com tais leis, normas e regulamentações.

Respeito pelos direitos humanos, sendo que fornecedor tratará todas as pessoas com respeito e justiça e observará os direitos humanos básicos estabelecidos, por exemplo, na declaração universal dos direitos humanos das Nações Unidas e a Declaração Tripartite de Princípios sobre Empresas Multinacionais e Política Social da Organização Internacional do Trabalho (OIT) das Nações Unidas, inclusive, mas não se limitando a, proibição de trabalho forçado ou infantil e a proporcionará salários razoável, benefícios sociais, horas de trabalho, liberdade de associação e outras condições de trabalho justas em conformidade com as leis aplicáveis.

O fornecedor manterá um ambiente sem retaliação, livre de discriminação e assédio com base em gênero, idade, raça, cor da pele, etnia ou nacionalidade, cidadania, religião ou crenças religiosas, incapacidade física ou mental, reforma ou aposentadoria de serviço militar, orientação sexual ou outras características protegidas pela lei aplicável.

Em conformidade com a lei antitruste e livre concorrência o Fornecedor seguirá rigorosamente todas as leis antitrustes, leis de livre concorrência e outras leis, normas e regulamentações aplicáveis que tratam, por exemplo, de monopólio, concorrência desleal, restrições de mercado e concorrência e relações com concorrentes e clientes.

O fornecedor não fará acordos com concorrentes e outros atos que possam causar impacto desleal na concorrência, inclusive, mas não se limitando a fixação de preço ou divisão de mercado.

Em medidas para anticorrupção, o fornecedor seguirá todas as leis e regulamentações anticorrupção aplicavam inclusive aquelas que dizem respeito a práticas de corrupção no exterior. O fornecedor não participará nem tolerará qualquer forma de corrupção, suborno, roubo, fraude ou extorsão ou uso de pagamentos ilegais, inclusive, sem limitação, qualquer pagamento ou outro benefício concedido a qualquer pessoa, empresa ou oficial do governo com a finalidade de influenciar o processo de decisão seja ou não em violação das leis aplicáveis.

O fornecedor nunca oferecerá, concederá, pedirá ou aceitará suborno, pagamento ilegal, pagamento de dívida, comissão, incentivo, presente, formas diversas de entretenimento, favores ou outro benefício de valor em troca de oportunidades comerciais com ou relacionada de alguma maneira a operações do sistema ANIP.

A segurança do produto, saúde e ambiente onde o fornecedor se comprometerá a fabricar e a entregar produtos seguros para o sistema ANIP e fornecerá um ambiente de trabalho seguro que apoie a prevenção de acidentes e minimize a exposição dos funcionários do fornecedor a riscos de saúde. O fornecedor seguirá as leis e regulamentações aplicáveis sobre proteção ambiental e preservará os recursos e protegerá o ambiente o máximo possível.

Situações de proteção de dados, informações confidenciais e propriedade intelectual, onde o fornecedor seguirá todas as leis aplicáveis sobre proteção de dados. É responsabilidade de o fornecedor garantir que todas as

informações de negócios ou segredos comerciais confidenciais obtidos em virtude das atividades comerciais com o Sistema ANIP (doravante denominadas "Informações Confidenciais") sejam mantidas em sigilo rigoroso e não sejam usados de maneira inapropriada ou divulgados para terceiros. Além disso, o Fornecedor protegerá e defenderá a propriedade intelectual do sistema ANIP como Informações Confidenciais.

Para regulamentações de exportação e importação os fornecedores seguirão todas as leis de controle de importação e exportação aplicáveis incluindo, sem limitação, sanções, embargos e outras leis, regulamentações, ordens governamentais e políticas de controle de transmissão ou transporte de mercadorias e tecnologia. Violações do código do fornecedor, onde as disposições deste código do fornecedor são essenciais para a relação comercial entre o sistema ANIP e o fornecedor, portanto, se o fornecedor não seguir o código do fornecedor, o sistema ANIP reserva-se o direito de encerrar a relação comercial com o fornecedor sujeito às leis aplicáveis.

O fornecedor é incentivado a relatar violações do código do fornecedor para a linha direta de conformidade e anticorrupção do sistema ANIP. Os detalhes do contato estão disponíveis no site da ANIP (www.anip.org.br) e da RECICLANIP (www.reciclanip.org.br).

2.6 EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Para despertar a necessidade e a importância de redução na geração de resíduos é imprescindível trabalhar o conceito de reciclar (BRANDÃO, 2018).

Os programas e projetos de Educação ambiental estão diretamente ligados às técnicas que contribuem para o desenvolvimento social e econômico atrelados as ações que buscam a conservação e preservação dos recursos naturais. (TEIXEIRA, 2018).

De acordo com o artigo 205 da Constituição Federal de 1988: "A educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho".

A Lei nº 9.795 de 27 de abril de 1999, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental, entende por educação ambiental "os processos por meio dos

quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente”. A educação ambiental contribui com o aumento da capacidade didática, sendo um direito de todos e as instituições deverão promover educação de maneira a integrar os programas educacionais já estabelecidos em cada curso. (BRASIL, 1999, apud. BISSOLI, 2010).

Acredita-se que a prática da educação ambiental é uma importante ferramenta capaz de proporcionar mudanças efetivas no contexto das cidades e na geração de uma sociedade cada vez mais consciente. Além disso, contribui para a concepção de uma nova mentalidade entre os futuros profissionais, inseridos e envolvidos com o conceito ambiental comprometido com a transformação social. (BISSOLI, pag 129, 2010).

Todo pneu, em um dado momento, se converterá em um resíduo altamente prejudicial à saúde pública bem como ao meio ambiente. Para mudar essa situação, deve-se adotar uma solução à sua destinação final. Recauchutar e reciclar os pneus estão entre as propostas que tem por objetivo diminuir os danos causados à natureza e as Interações Ambientais busca aliar as questões sociais às da natureza, valorizando o enfoque ecológico e, ao mesmo tempo, sugerindo um papel integrador, incorporando em suas observações e análises as relações, importantes na determinação dos resultados dos processos de mudanças do modelado terrestre, antes e depois da intervenção da sociedade em um determinado ambiente.

A perspectiva de entender a complexidade dos sistemas dinâmicos de evolução e transformação imposta pela sociedade ao longo dos anos faz com que se busquem metodologias que correspondem ao todo ambiental, e sua abordagem, como conceituação teórico-metodológica de estudos ambientais de forma integrada que podem definir e especializar as interações entre os diferentes componentes do meio natural.

1.5 Objetivos

Esta pesquisa teve como objetivo desenvolver um estudo a respeito das políticas e programas adotados por um município do interior paulista em relação ao descarte correto de pneus inservíveis.

1.5.1 Objetivos gerais

O objetivo dessa pesquisa é comprovar que o descarte correto e a utilização de parte dos pneus recolhidos para confeccionar brinquedos que serão distribuídos em parques da cidade compondo paisagismo, oficinas de Educação ambiental e a destinação para empresas especializadas em reciclagem de pneus faz com que esse produto seja reaproveitado preservando o Meio Ambiente.

1.5.2 Objetivos específicos

Como objetivos específicos, essa pesquisa se propõe à:

- Fazer uma ampla revisão bibliográfica sobre o tema;
- Levantar dados junto a Prefeitura Municipal de Agudos sobre as práticas e políticas adotadas para destinação correta dos pneus inservíveis recolhidos no município, contribuindo na preservação meio ambiente.
- Recolher informações através de questionário apresentado as empresas que vendem e reformam pneus no município de Agudos afim de conhecer a forma de destinação dos mesmos.

1.4 Metodologia

A caracterização da pesquisa se deu mediante um levantamento bibliográfico e pesquisa documental, seguido de um estudo de caso descritivo de caráter quanti-qualitativo.

A pesquisa bibliográfica fundamenta-se em fontes secundárias, sendo aquela que busca o levantamento de material já impresso como livros, revistas, jornais, teses, dissertações, anais de eventos científicos, bem como materiais disponíveis na internet que são pertinentes ao tema proposto. Já, a pesquisa documental, é o levantamento de documentos escritos ou não, como projetos de lei,

ofício, tabelas estatísticas, pareceres, fotografias, atas, relatórios, depoimentos orais ou escritos e informativos arquivados em repartições públicas. (Vanello, 2013.)

O estudo de caso é descrito por Yin (2001, apud. MAXWELL, s.d.) é a análise intensiva, onde procura-se responder “por que” e “como”, auxiliando o pesquisador na coleta de dados do assunto apresentado.

O estudo de caso descritivo de caráter quali-quantitativo buscou levantar informações em relação ao descarte de pneus inservíveis junto às empresas que vendem e reformam pneus na cidade de Agudos.

Foi aplicado um formulário para as empresas que vendem e reformam pneus para identificar a forma de recolhimento dos pneus inservíveis. (APÊNDICE 1).

ESTUDO DE CASO

O estudo de caso foi desenvolvido no município de Agudos. Conforme dados da Prefeitura Municipal de Agudos, situada no centro do Estado de São Paulo distante 320 km da capital, a cidade possui uma área de 968 km² e sua população é estimada em 38 mil habitantes. (PREFEITURA MUNICIPAL DE AGUDOS, 2018). Para complementação de dados, aplicou-se um questionário de forma presencial no período de 04 a 05 de setembro de 2018. Foram escolhidas seis empresas que vendem e reformam pneus na cidade de Agudos. O formulário procurou revelar quem recolhia os pneus inservíveis descartados pelas empresas.

3.1.1 Do acordo de Cooperação entre Prefeitura e Reciclanip

Instituído em 2012, o convênio de cooperação mútua entre o município de Agudos e a Associação Reciclanip visa adotar medidas de prevenção e a repressão da degradação do meio ambiente, fomentando a destinação adequada aos pneus inservíveis recolhidos no território municipal. Com o intuito de fortalecer a luta pela conquista de melhores condições de vida para a comunidade e pela luta da preservação do meio Ambiente.

Em comum acordo, Prefeitura Municipal de Agudos e Associação Reciclanip, celebram o Convênio respeitando as seguintes cláusulas e condições:

- A. O objetivo do Convênio é desenvolver ações conjuntas visando a proteção do meio ambiente destinando adequadamente os pneumáticos inservíveis.
- B. Cria-se um Centro de coleta de pneus inservíveis, para o presente acordo, intitulado Ponto de Coleta de Pneus, localizado no Aterro Sanitário Municipal na cidade de Agudos.

Ao município compete:

- a) Oferecer o ponto de coleta de pneus de acordo com as exigências legais a que se destina, ou seja, coberto e protegido da chuva.
- b) Gerenciar a operacionalização e efetuar o carregamento dos veículos de transporte de pneus inservíveis, comunicando a Reciclanip sobre a disponibilidade de pneus para coleta com 72 horas de antecedência.
- c) Informar e levar até a população a importância de colaborar com a destinação correta dos pneus garantindo a preservação do Meio Ambiente.
- d) O Ponto de Coleta de Pneus não ficará disponível para receber pedaços de borrachas, tiras, pó, lascas ou qualquer outro resíduo de borracha, tornando exclusivo somente para pneus inservíveis.
- e) Auferir laudo de Vistoria do órgão público local (Condema e Vigilância Sanitária) com assinatura do responsável atestando a adequação das dependências do Ponto de Coleta de Pneus, para fins de acondicionamento temporário dos pneus inservíveis até a retirada pela Reciclanip.
- f) Ao receber notificações de órgãos ambientais ou Ministério Público, que por ventura, acarrete prejuízo à realização do Convênio, a Prefeitura Municipal de Agudos deverá informar a Reciclanip em no máximo 72 horas.

Cabe ao Conselho Municipal do Meio Ambiente (Condema):

- a) Fiscalizar e supervisionar as atividades previstas no Convênio.

À Reciclanip compete:

- a. A retirada dos pneus inservíveis do Ponto de Coleta de Pneus, sendo determinada em convênio o volume e a frequência com que serão recolhidos os pneus, não sendo a Reciclanip responsável pela coleta de qualquer outro tipo de material. Em Convênio, fica estabelecido o volume mínimo de 2.000 pneus de passeio ou 300 pneus de carga.

- b. Compromete-se em informar, mensalmente, o município a quantidade de pneus retirados do Ponto de Coleta de Pneus e para onde fora, encaminhados, garantindo a destinação ambientalmente adequada.
- c. Assim como dever do município, a Reciclanip também deverá informar a Prefeitura Municipal de Agudos, no prazo mínimo de 72 horas, notificações recebidas de órgãos ambientais ou do Ministério Público que possam vir a prejudicar o Convênio.

Nenhuma das partes se beneficiará financeiramente ou receberá remuneração qualquer através dos pneus inservíveis depositados no ponto de coleta de pneus. Todas as possíveis despesas devem ser expressamente acordadas entre as partes por escrito e cada uma das partes deverá encarregar-se de suas responsabilidades com seus próprios recursos.

O convênio subsistirá por prazo indeterminado a partir da data de sua assinatura. Na hipótese de revogação do convênio por parte da Prefeitura, caberá ao município arcar com o ônus da transferência dos pneus inservíveis existentes no Ponto de Coleta de Pneus extinto para outro ponto a ser indicado pela Reciclanip à um município mais próximo que possa receber os pneus e que tenha convênio semelhante com a Reciclanip.

3.1.2 COMDEMA

Criado em 24 de julho de 1986, o Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente- COMDEMA tem por finalidade colaborar nos planos e programas de expansão e desenvolvimento municipal referente à proteção do meio ambiente no município; estudar, definir e propor normas e procedimentos visando a proteção ambiental municipal.

É de suma importância no combate a poluição ambiental, pois notifica e relata ocorrências, alertando o infrator sobre as possíveis consequências face a Legislação Federal e Estadual.

3.1.3 FUMDEMA

O Fundo Municipal de Defesa do Meio Ambiente do município de Agudos- FUMDEMA é um instrumento de suporte financeiro para o desenvolvimento de programas, projetos, planos, atividades, ações ou serviços nas forma de investimento ou custeio, que promovem as políticas públicas de defesa do meio ambiente no município de Agudos, executadas pelos órgãos de administração pública municipal ou em parceria com organizações não governamentais, supervisionadas e fiscalizadas pelo Conselho Municipal de Defesa do meio ambiente-COMDEMA.

3.1.4 Das políticas de Educação ambiental

O Município instituiu a Lei Nº 5.144 de 20 de abril de 2018, com a mesma data de Publicação em Diário Oficial Municipal que dispõe sobre a Educação ambiental no Município de Agudos e dá outras providências.

Entre as ações estão à incorporação do conceito de desenvolvimento sustentável no planejamento e execução das políticas públicas municipais; executar e avaliar projetos de educação ambiental através de parâmetros pré-estabelecidos; conscientização da população quanto à importância da valorização do meio ambiente, da paisagem e dos recursos naturais da cidade; promoção de palestras e oficinas de Educação ambiental aos educadores; proporcionar auxílio técnico as escolas municipais e participar ativamente do Projeto de Educação Ambiental- Movimento sustentável.

De acordo com o atual Secretário de Agricultura e Meio ambiente Leandro Correa, o Programa de Educação Ambiental – Movimento Sustentável, em consonância com a Política Estadual de Educação Ambiental, visa disponibilizar para a rede municipal de ensino linhas de ação que abordem conteúdo da área ambiental.

Busca inserir a educação ambiental nas agendas das atividades pedagógicas das escolas, promover ações relacionadas à educação ambiental na rede municipal de ensino de Agudos e incentivar sobre a importância de observar o meio em que vivemos, bem como, mobilizar os educandos para o exercício da cidadania e responsabilidade social na questão ambiental

O Parque Ecológico Municipal Açucena da Serra é utilizado como cenário para diversos eventos de educação ambiental. Com uma área estimada em

167.500,00 m² o parque tem como escopo principal a preservação dos ecossistemas naturais englobados contra quaisquer alterações que os desvirtuem, destinando-se a fins científicos, culturais, educativos e recreativos.

As figuras 8, 9 10 mostram evento de educação ambiental realizado no Parque Ecológico Açucena da Serra com alunos da rede municipal de ensino.

Figura 8: Evento Prefeitura Municipal de Agudos.



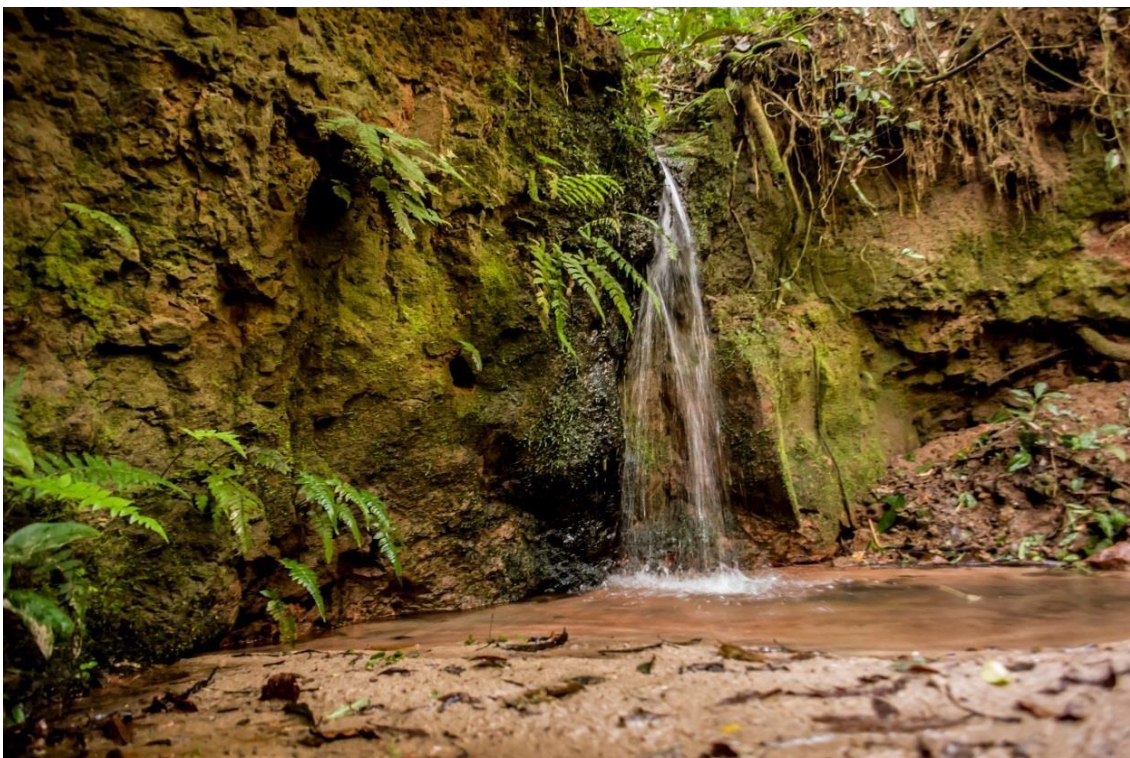
Fonte: Prefeitura Municipal de Agudos, 2018.

Figura 9: Evento Prefeitura Municipal de Agudos



Fonte: Prefeitura Municipal de Agudos, 2018.

Figura 10: Evento Prefeitura Municipal de Agudos



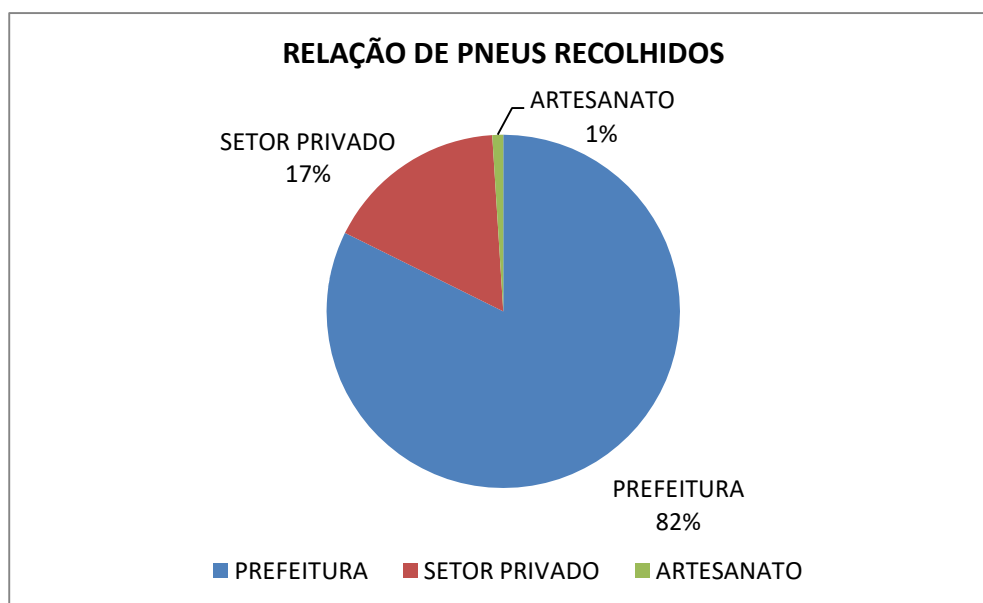
Fonte: Prefeitura Municipal de Agudos, 2018.

3.2 Resultados e Análises

Das seis empresas, apenas uma repassa os pneus inservíveis para o setor privado. A empresa que pertence ao município de Bauru faz a seleção dos pneus, após isso, os passíveis de reutilização são encaminhados para recauchutagem e posteriormente voltam ao mercado. Os pneus que não possuem condições de restauração são levados até o PONTO DE COLETA da Emdurb, Empresa Municipal de Desenvolvimento Urbano e Rural de Bauru, que possui convênio com a Reciclanip semelhante ao do município de Agudos.

Em cinco empresas, a coleta é feita pela Prefeitura Municipal de Agudos e uma dessas empresas destacou que eventualmente repassa, sem custo algum, uma quantidade reduzida de pneus para moradores que desejam realizar trabalhos artesanais. Relação dos pneus recolhidos pela Prefeitura X Setor Privado X moradores conforme gráfico 2.

Gráfico 2: Relação de pneus recolhidos pela Prefeitura X Setor Privado X Moradores.



Fonte: Própria, 2018.

Após o recolhimento dos pneus inservíveis é necessário encaminhá-los para que sejam reciclados, transformando-se em outras matérias primas.

Para resolver a problemática da grande quantidade de pneus inservíveis, surgiram empresas especializadas na reciclagem desse produto. A empresa Policarpo

Reciclagem, recebe os pneus recolhidos no município de Agudos e de outras cidades que possuem convênio de cooperação com a Reciclanip. Inicia-se então, o processo de reciclagem dos pneus.

O procedimento consiste na separação da borracha vulcanizada dos demais componentes, como o aço e o nylon. Os pneus são triturados em pedaços grandes que vão se tornando cada vez menores. É necessário frisar que a dimensão do grânulo da borracha varia conforme as especificações de cada cliente. De acordo com Penido (2001), a borracha derivada da reciclagem de pneus, é capaz de substituir até 30% do material virgem, conhecido como borracha SBR.

O próximo passo é a retirada do aço por meio de eletroímãs, separado o aço da borracha, ela volta a ser moída e as partículas de fibra têxtil vão se aglomerando enquanto a borracha, por ser mais densa, passa pela peneira sendo completamente separada do nylon. O aço, a borracha e a fibra têxtil já separados podem ser vistos na figura 11.

Figura 11: O aço, a borracha e a fibra têxtil já separados



Fonte: Imagens da Internet.

Outra forma de reuso é a Laminação, onde pneus não radiais são cortados em lâminas que servem para a fabricação de percintas usadas nas indústrias moveleiras, sola de calçados, dutos de águas pluviais e entre outros. (POLICARPO, 2018).

Quando a finalidade do resíduo é a indústria cimenteira, acrescenta-se a borracha produtos que após misturados resultam em Blend. “O Blend é a formação de um produto alternativo utilizado para abastecer os fornos da produção de cimento. O processo consiste na mistura de resíduos compatíveis, que após serem

descaracterizados, passam a compreender grande capacidade calorífica (AMBIENTAL, 2017).

Dentre os moradores da cidade de Agudos que apanham pneus para fins artesanais, destaca-se Osnil Francisco Franzini, que realiza diversos trabalhos a partir de pneus inservíveis. Sua produção consiste em poltronas, mesas de centro e brinquedos.

Em janeiro de 2018, confeccionou diversos brinquedos para compor o Recanto ecológico da Creche-escola Municipal Maria de Nazaré. Abaixo, imagens da inauguração do Recanto.

Figura 12: Inauguração do Recanto ecológico



Fonte: Franzini, 2018.

Figura 13: Inauguração do Recanto ecológico.



Fonte: Franzini, 2018

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O convênio entre Prefeitura e Reciclanip mostra o quanto as políticas desenvolvidas por órgãos competentes são essenciais para a preservação ambiental.

A Prefeitura municipal de Agudos em parceria com a Secretaria de Agricultura e meio ambiente do município de Agudos contribui de forma significativa para preservação do meio ambiente, haja vista as políticas adotadas para desenvolver, fiscalizar, controlar e implantar ações que resultem em tal preservação.

Fomentar o “reciclar” incentivando o reuso desses materiais através de oficinas ensinando os moradores a confeccionar móveis e brinquedos, além de dar um novo destino aos pneus inservíveis contribui economicamente, uma vez que o comércio desses objetos como poltronas e brinquedos possam resultar em renda para os artesãos.

REFERÊNCIAS

AGUDOS. **Convênio de Cooperação mútua entre o Município de Agudos e Associação Reciclanip** de 30 de ago. 2012.

AGUDOS. **Lei N° 1.827 de 24 de jun. 1986. Cria o Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente-COMDEMA, e dá outras providências.**

AGUDOS. **Lei N° 5.144, de 20 de abril de 2018. Dispõe sobre a educação ambiental no município de Agudos e dá outras providências.** Diário oficial Eletrônico de Agudos de 20 de abr. 2018, pag. 02.

BARTHOLOMEU, D.B. et al **A Logística Reversa: o caso da destinação de pneus inservíveis no Brasil.** s.d.

BRAGA, B. HESPANHOL, I. et al. **Introdução a Engenharia Ambiental. O desafio do desenvolvimento sustentável.** 2ª edição. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BISSOLI, M. **Sustentabilidade e educação ambiental no curso de Arquitetura e urbanismo.** Disponível em: <http://periodicos.pucminas.br/index.php/Arquiteturaeurbanismo/article/view/P.2316-1752.2010v17n20p118/4123>>. Acesso em: 30 de nov. 2018.

BRASIL. **Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução N° 416, de 30 de setembro de 2009. Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, e dá outras providências.** Diário oficial da união N° 188, de 01 de out. 2009, págs. 64-65.

BRASIL. **Lei N° 12.305, de agosto de 2010. Institui a política Nacional de Resíduos sólidos; altera a Lei N° 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.** Diário oficial da união de 03 de out. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm>. Acesso em: 04 de out. 2018.

DW BRASIL. **O que acontece com os pneus velhos?** . Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/o-que-acontece-com-os-pneus-velhos/av-42268138>>. Acesso em: 30 de nov. 2018.

ENANPAD. **Logística reversa de pneus inservíveis.** Disponível em: <http://www.anpad.org.br/admin/pdf/2014_EnANPAD_GOL2075.pdf>. Acesso em: 21 de ago. 2018.

FALKENSTEIN, R. **O projeto do pneu sustentável.** Projeto de Desenvolvimento Sustentável Bilateral. Pesquisa e Desenvolvimento Pirelli Pneus. 2010
FIDÉLIS, L.N.A.; SILVA, A.M.M. **Logística Reversa de pneus usados e inservíveis: uma análise no município de Rio Verde - GO,** s.d.

ISOTEC AMBIENTAL. **O que é blindagem de resíduos.** Disponível em: <<http://isotecambiental.com.br/o-que-e-blindagem-de-residuos/>>. Acesso em: 30 de nov. 2018.

LACERDA, L. **Logística Reversa**: Uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais. 2018.

LAKATOS, E. M. ; MARCONI, M. A.. **Fundamentos da Metodologia Científica**. Editora Atlas, 2003.

MAXWELL. **Metodologia**. Puc Rio. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/17467/17467_4.PDF>. Acesso em 30 de nov. 2018.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. <http://www.mma.gov.br/informma/item/8822-jornalismo-ambiental-em-debate>

NETO, D.M.O. **Uso da borracha de pneus para pavimentação asfáltica no Brasil**: um panorama histórico. 2016. 24f. Trabalho de Conclusão de Curso - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Cuiabá, 2016.

PERSKE, R.C.F. **Sistemas Agroflorestais em pequenas propriedades no município de Hulha Negra**. Disponível em <http://www.emater.tche.br/site/arquivos_pdf/teses/Mono_Rodolfo_Perske.pdf>. Acesso em: 04/05/2018.

PORTAL RESIDUOS SÓLIDOS. **Reciclagem de pneus**. Disponível em: <<https://portalresiduossolidos.com/reciclagem-de-pneus/>>. Acesso em 28 de nov. 2018.

PORTAL SÃO FRANCISCO. **História do pneu**. Disponível em: <<https://www.portalsaofrancisco.com.br/historia-do-brasil/historia-do-pneu>> . Acesso em 21 de ago. 2018.

PREFEIRURA MUNICIPAL DE AGUDOS. Disponível em: <<https://www.agudos.sp.gov.br/cidade/dados/>>. Acesso em: 04 dez. 2018.

RNA IMPORTS. **Usina de reciclar pneus**. Youtube. Disponível em:<<https://www.youtube.com/watch?v=ctHp6meh6il>>. Acesso em 30 de nov. 2018.

ROXO, U.V. **Logística Reversa de pneus**: estudo de alternativas para reutilização. 2014. 48f. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2014.

SEDEMA. **613 pneus retirados do Rio são encaminhados à Central de Resíduos**. Disponível em: <<http://sedemapiracicaba.blogspot.com/2018/07/613-pneus-retirados-do-rio-sao.html>>. Acesso em: 30 de nov. 2018.

SEST SENAT. **Cerca de 450 mil toneladas de pneus são descartadas por ano**. Disponível em: <http://www.sestsenat.org.br/imprensa/noticia/cerca-de-450-mil-toneladas-de-pneus-sao-descartados-por-ano-no-brasil>>. Acesso em: 24 de set. 2018

SETOR RECICLAGEM. **O aço dos pneus.** Disponível em: <<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://www.setorreciclagem.com.br/reciclagem-de-metal/o-giro-do-aco/>>. Acesso em: 30 de nov. 2018.

SOUZA, R.T. **Análise da logística reversa de pneus usados e inservíveis e seus impactos ambientais quando descartados inadequadamente.** 2009. 64f. Monografia - Faculdade de Tecnologia da Zona Leste, São Paulo, 2009.

SUA PESQUISA. **O Ciclo da água.** Disponível em:<https://www.suapesquisa.com/pesquisa/ciclo_agua.htm>. Acesso em: 04/05/2018.

VELOSO, Z. M. F. **Ciclo de vida dos pneus.** Departamento de Qualidade Ambiental na Indústria. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/painelsetorial/palestras/Zilda-Maria-Faria-Veloso-Ciclo-Vida-Pneus.pdf>>. Acesso em: 01 de dez. 2018.

VALLEJO, C. F. **Revista Mundo logística: Logística direta X logística reversa. Esse casamento funciona?** Editora: MAG. Vol. 52, pag. 60, Paraná, 2016.

VIANA, L.O. ; OLIVEIRA, F.C. **A cobertura logística para o tratamento de pneus inservíveis.** XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Salvador, Bahia, 2009.

VIZIOLI, S.H.T. ; FANTIN, M. Educação ambiental a partir da reutilização de pneus inservíveis no município de Arenópolis - MT. **Extensio UFSC**, v.13, n,23, p.83-98, 2016.

WEBRESOL. **Invenção brasileira vai alavancar reciclagem de pneus.** Disponível em:<<http://www.resol.com.br/curiosidades/curiosidades2.php?id=836>>. Acesso em: 30 de nov. 2018.

APÊNDICE 1- Formulário apresentado às empresas que vendem e reformam pneus na cidade de Agudos.



Formulário

Formulário apresentado às empresas que vendem e reformam pneus na cidade de Agudos como forma de obtenção de dados para compor o Trabalho de conclusão de curso de Engenharia de Produção da FAAG - Faculdade de Agudos.

Nome da empresa

Responsável pelo preenchimento do formulário

Pergunta: Quem recolhe os pneus inservíveis descartados por sua empresa?

FAAG – FACULDADE DE AGUDOS

**JOSÉ HENRIQUE PESSOA JUNIOR LUCAS
VINICIUS SOARES DE ALENCAR TOSTA**

**PROCESSO DE PRODUÇÃO DE MDF – REDUZINDO O TEMPO PARA O
AUMENTO DA PRODUTIVIDADE: Um estudo de caso em uma indústria do
interior do estado de São Paulo**

Agudos – SP

2018

**JOSÉ HENRIQUE PESSOA JUNIOR LUCAS
VINICIUS SOARES DE ALENCAR TOSTA**

**PROCESSO DE PRODUÇÃO DE MDF – REDUZINDO O TEMPO
PARA O AUMENTO DA PRODUTIVIDADE: Um estudo de caso em uma
indústria do interior do estado de São Paulo**

Monografia apresentada como requisito parcial
para a conclusão do **Curso de Graduação em
Engenharia de Produção**, à Faculdade de
Agudos.

**JOSÉ HENRIQUE PESSOA JUNIOR
LUCAS VINICIUS SOARES DE ALENCAR TOSTA**

**PROCESSO DE PRODUÇÃO DE MDF – REDUZINDO O TEMPO
PARA O AUMENTO DA PRODUTIVIDADE: Um estudo de caso em uma
indústria do interior do estado de São Paulo**

Monografia apresentada como requisito parcial para a conclusão do **Curso de Graduação em Engenharia de Produção**, à Faculdade de Agudos, sob orientação do Prof Ms. Octaviano Rojas Luiz.

Aprovada em, 14 de dezembro de 2018

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus, pois sem Ele nós não somos nada, a Ele toda honra e Glória.

Agradeço também às nossas mães por ter nos apoiado em nossas decisões e nos dado força para seguir em frente mesmo com as dificuldades encontradas, também agradecemos às nossas esposas que são nosso alicerce, que nos ajudam a se reerguer todos os dias de minha vida e por elas terem nos dado os nossos bens mais preciosos que são os nossos filhos.

Enfim, agradecemos a todos os nossos familiares e amigos que nos apoiaram e nos ajudaram no dia a dia e também ao professor Octaviano por ter nos orientado na elaboração de nossa monografia.

RESUMO

O mercado de trabalho atualmente está muito competitivo, por isso inúmeras empresas têm levado as empresas a trabalharem em busca da melhoria contínua de seus processos produtivos.

Isso leva as empresas a buscarem novas oportunidades de otimizar seus processos produtivos através de ferramentas de melhoria.

Através da automação vemos essa oportunidade, em usar os maquinários que já existem na empresa e através de estudos sobre os limites da capacidade produtiva que são empregados atualmente no processo, se realmente é o limite ou se pode alcançar algo à mais na produção. Sabendo das limitações e até onde podemos chegar com a eficiência dos maquinários que encontramos na linha de produção e com isso pode-se otimizar o processo, aumentando sua produtividade através dos estudos realizados e encontrar o gargalo para poder encontrar soluções para diminuir esse problema e aumentar sua produtividade.

Palavras-chave: Otimizar, ferramentas de melhoria, gargalo, produtividade

ABSTRACT

The labor market is currently very competitive, so countless companies have led companies to work in search of continuous improvement of their production processes.

This leads companies to seek new opportunities to optimize their production processes through improvement tools.

Through automation we see this opportunity, using the machines that already exist in the company and through studies on the limits that are currently employed in the process, if it really is the limit or if you can achieve something more in production. Knowing the limitations and how far we can go with the efficiency of the machinery we find in the production line and with that we can optimize the process, increasing its productivity through the studies carried out and finding the bottleneck in order to find solutions to reduce this problem and increase its productivity.

Keywords: Optimize, improvement tools, bottleneck, productivity

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tempos medidos antes da melhoria	41
Tabela 2 – Tempos medidos após a melhoria	44

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – CLP controlador lógico programável	17
Figura 2 – Inversor de frequência.....	18
Figura 3 – Pátio de madeiras	22
Figura 4 – Lavador de cavacos	24
Figura 5 – Silo pré-aquecimento	26
Figura 6 – Representação da plug screw feeder.....	28
Figura 7 – Pré-aquecedor	31
Figura 8 – Linha de formação	33
Figura 9 – Prensa contínua	34
Figura 10 – Roda de resfriamento.....	37
Figura 11 – Lixadeira.....	39
Figura 12 – Cabeçote de enfitamento	42

Sumário

1 INTRODUÇÃO	10
1.2 Justificativa.....	11
1.3 Objetivos	11
2 REVISÃO TEÓRICA	12
2.1 Cronoanálise.....	12
2.2 Teoria das restrições	13
2.3 Automação	15
2.4 Sistema supervisório	16
2.5 Controlador lógico programável.....	17
2.6 Inversor de frequência	17
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	19
4 ESTUDO DE CASO	20
4.1 Pátio de madeiras.....	20
4.2 Lavador de cavacos	22
4.3 Preparação fibras	25
4.4 Linha de formação	31
4.5 SHS(Serra diagonal, roda de resfriamento e empilhamento)	35
4.6 Lixadeira	38
4.7 Serra <i>cut to size</i>	39
4.8 Embalagem	41
5 RESULTADOS OBTIDOS	42
6 CONCLUSÃO	44
REFERÊNCIAS	46

1 INTRODUÇÃO

O aumento da produção com baixo custo traz lucros e economias para a empresa. Tendo em vista que o aumento da produtividade é um fator importante para a empresa, para que se mantenha competitiva no mercado, foi feito um estudo para implementar uma melhoria e, assim, aumentar a capacidade de produção de MDF, através da automação. Uma definição genérica de capacidade de produção é a capacidade máxima de produção a que se pode submeter uma unidade produtiva em um determinado intervalo de tempo fixo (PEINADO; GRAEML, 2007).

Segundo Macedo (2012), a gestão da produtividade é dividida em três principais fatores:

- a) A medição da produtividade;
- b) A identificação e análise dos fatores determinantes dos gargalos de produtividade;
- c) A definição e aplicação de propostas de superação desses gargalos.

Para agregar valor ao processo é necessário aumentar a produtividade e eliminar desperdícios (MACEDO, 2012). Para alcançar esse objetivo de aumento da produção e redução do gargalo a automação é uma alternativa interessante.

Esse gargalo geralmente são as restrições que podemos encontrar em nosso processo e segundo Goldratt e Cox (2014), para se ter sucesso na eliminação das restrições é preciso seguir esses passos:

1. Identificar as restrições do sistema produtivo;
2. Explorar as restrições encontradas (fazê-las funcionar a favor da capacidade de produção);
3. Subordinar o sistema às mudanças elaboradas no passo anterior;
4. Elevar a capacidade das restrições;
5. Impedir que a inércia gere novas restrições (ou seja, sempre analisar o impacto das mudanças das restrições no sistema como um todo.)

A busca para reduzir custos e trazer uma produção enxuta no processo (DAVILA; WOUTERS, 2006) do MDF trouxe a oportunidade de, através de equipamentos que já existem na planta da empresa pesquisada, reduzir os tempos dos movimentos dos maquinários da linha de produção através da automação,

segundo Shingo (2005), o trabalhador e máquina foram separados para aumentar a eficiência da produção, assim para promover o uso mais efetivo dos recursos humanos, tudo isso através da automação. Com isso há um aumento expressivo do rendimento horário e padrão produtivo, trazendo o aumento do lucro líquido e reduzindo os custos com o tempo perdido.

1.2 Justificativa

Visando encontrar meios para ter um aumento de produtividade sem envolver custos excessivos para a empresa, aumentando a competitividade no mercado que atualmente está muito acirrado.

Foi encontrado um meio que podemos ter um aprofundamento e poder aproveitar ao máximo as oportunidades que podemos encontrar com a automação e poder aumentar a produtividade da linha de produção de MDF que envolve uma linha continua com vários processos complexos, segundo Silveira e Santos (2007) a automação industrial verifica-se sempre que novas técnicas de controle são introduzidas num processo. Associado ao aumento de produtividade, como fator mais importante do aumento da qualidade de vida por meio do poder de compra adquirindo pela sociedade, torna-se o maior poder gerador de riquezas que já existiu.

1.3 Objetivos

O objetivo do trabalho é demonstrar que através de um estudo sobre a linha de produção de MDF, podemos aumentar a produtividade da linha com pouco investimento. Através do uso dos equipamentos que já existem e aumentar sua eficiência para aumentar a produtividade dos maquinários.

O foco deste modelo é apresentar os estudos feitos durante a produção de chapas de MDF, conseguindo encontrar soluções para diminuir o impacto que o gargalo afeta a produção, podendo ter um ganho significativo na produção com os estudos da automação já empregada na linha de produção, podendo implementá-la e fazer melhorias que possam otimizar o processo.

Mostrar o estudo e como foi encontrado o gargalo usando a cronoanálise e como poderemos alterar a programação do CLP (controlador lógico programável) e inversores de frequência, fazendo com que os maquinários trabalhem próximos de sua eficiência total.

2 REVISÃO TEÓRICA

2.1 Cronoanálise

Segundo Sugai (2003) a cronoanálise teve sua origem fortemente atribuída aos trabalhos feitos por Frederick Taylor (1856-1915) e Frank Bunker Gilbreth (1885). Taylor focou seu estudo na decomposição dos operadores e na avaliação do ritmo do operador. Já Gilbreth fez seus estudos detalhando os movimentos, criando tabelas com nome de cada movimento no intuito de reduzir a execução de uma operação, assim os operadores teriam uma escolha de fazer movimentos mais simples e evitando ter um esforço a mais na sua operação, tendo como objetivo evitar conflitos entre interesses dos trabalhadores, e da empresa, podendo substituir movimentos longos e cansativos por outro mais curto e que não traga muito esforço físico.

A cronoanálise é uma técnica muito popular para a realização de estudos de tempo, ela se determina na cronometragem para determinar o tempo padrão de uma operação, como ferramenta e com isso pode-se tirar a melhor medição do tempo real para a indicação do tempo previsto que foi colocado para operação. Com isso podemos avaliar o ritmo de cada operador.

Esse tipo de cronometragem pode ser aplicado em qualquer tipo de atividade onde exista a intercessão do homem. Como por exemplo:

- Aproveitamento do tempo apurado para a coordenação e controle de uma população;
- Cálculo de Remuneração variável;
- Tabelas de tempos planejados;
- Inclusão de Observações sobre as condições de ergonômicas de trabalho;
- Indicação dos potenciais de racionalização;
- Determinar os padrões de tempo para apropriação da mão de obra, carga máquina e o balanceamento de linhas e de setores de produção.

Segue um exemplo prático de aplicação da cronoanálise. Em uma empresa onde um operador é responsável por uma separação de pedidos a serem atendidos, existe um sistema de informação com todos os pedidos pendentes, para cada pedido o operador separa os itens selecionados, armazena em uma embalagem e

imprime uma etiqueta com toda a identificação do destinatário e coloca a mesma embalagem em uma esteira para dar continuidade em seu processo.

O primeiro passo para se fazer um estudo de cronoanálise neste tipo de processo é dividir a atividade feita pelo operador em elementos para a medição do tempo.

O segundo passo é a escolha do operador que irá participar do estudo, deve ser um operador com desempenho médio em relação aos outros. O supervisor do setor onde será aplicado este estudo é o responsável por fazer esta escolha. O operador escolhido deve ser treinado no método a ser estudado. O aplicador do estudo deve explicar ao operador o real objetivo do estudo de tempos e deve-se confirmar que o mesmo compreendeu este objetivo. E a abordagem deste operador deve ser feita de forma amigável e todas as suas dúvidas devem ser esclarecidas.

O terceiro passo é a realização da medição de tempo ao longo de alguns ciclos. Para estudos iniciais, de 10 a 20 ciclos já são o bastante.

O quarto passo é a avaliação do ritmo do operador, tirando como base um operador em ritmo normal deverá receber avaliação 100%.

O quinto passo é o cálculo do tempo padrão da operação, que é obtido através da aplicação do tempo de tolerância em relação ao tempo normal da operação. Este tempo é utilizado para determinar a capacidade produtiva de um operador, para calcular o custo de mão de obra direta, para planejamento da produção, etc.

2.2 Teoria das restrições

A teoria das restrições que vem do inglês *theory of constraints – TOC*, é uma filosofia de negócios que se baseia na existência de gargalos ou restrições. O gargalo é definido por obstáculos que surgem em qualquer etapa da produção e fazem com que diminua a produtividade da linha de produção.

Segundo Goldratt (1990), o único jeito de se obter um plano de produção realista é preciso levar em consideração as restrições do sistema durante todo o desenvolvimento do sistema. Esta Teoria tem princípio, a partir do momento em que uma empresa, se depara com as dificuldades no dia a dia, relacionado a tudo que

dificulta, impede ou atrapalha uma organização de conquistar seus objetivos, metas e resultados diariamente.

O principal objetivo da Teoria da Restrição é potencializar e aumentar os lucros de um negócio, utilizando a melhor maneira os recursos que a mesma possui. Identificando falhas, propondo melhorias e adequando os recursos à realidade da empresa, até que o problema seja solucionado e atinjam bons resultados.

Há dois Tipos de Restrições: Físicas (como por exemplo: Dispositivos, Ferramentas, Aparelhos e etc.) e as Não – Físicas (como por exemplo: Atividades, Processos, Normas, Comportamentos, Procedimentos e etc).

Após a identificação das restrições por parte da empresa, pode-se aumentar as chances de crescimento e alcance dos resultados de forma estrutural e contínua.

Por meio da TOC, a empresa pode ser vista como um corpo vivo, onde os membros podem ser diferentes áreas e setores que devem buscar e caminhar no mesmo sentido, rumo ao mesmo objetivo comum: alcançar resultados e lucrar com a boa produtividade e bom desempenho de todos.

Para a maioria das empresas, o objetivo principal é o lucro presente e sua sustentabilidade no futuro. Dentro de uma empresa industrial, a TOC envolve três indicadores de desempenho que permitem avaliar se os conjuntos das operações estão se movendo em direção aos mesmos objetivos (lucros), são: a Rentabilidade, as Despesas Operacionais e Estoques. Através destes indicadores, podem ser calculados:

- A Margem Líquida = Rentabilidade – Despesas Operacionais;
- Retorno sobre o investimento (RSI) = $\frac{\text{Rentabilidade} - \text{Despesas Operacionais}}{\text{Estoque}}$;
- Produtividade = $\frac{\text{Rentabilidade}}{\text{Despesas Operacionais}}$;
- Giro = $\frac{\text{Rentabilidade}}{\text{Estoques}}$.

A Teoria das Restrições vem sendo aplicada em diferentes níveis na tomada de decisão: Gerência da Produção, na resolução de problema relacionados à gargalos, a programação e à redução dos estoques; Análise de Rentabilidade, levando a mudança na hora das tomadas de decisões; e Gestão de Processos, na identificação de fatores organizacionais, que não são necessariamente recursos, que podem impedir as empresas de atingir seus objetivos, ou seja, de lucrar.

A Teoria das Restrições é, geralmente aplicada através de 5 passos:

1. Identificar a Restrição de um Sistema;
2. Calcular a Rentabilidade por unidade de um Recurso Consumida na Restrição;
3. Subordinar o sistema á Restrição;
4. Romper ou elevar á Restrição do Sistema;
5. Identificar uma nova Restrição do Sistema caso á restrição venha a ser rompida.

A implementação da Teoria das Restrições, pode mudar de maneira substancial a maneira de operar de uma empresa. Como por exemplo, uma empresa que produz e comercializa um produto com o preço mais baixo, devido a demanda de maximizar o lucro, passará a produzir e vender este produto com um valor mais caro.

2.3 Automação

A automação teve seu início na Inglaterra, com a mecanização dos sistemas de produção. A Inglaterra foi o país que saiu na frente no processo de revolução industrial, sua vasta reservas de carvão mineral em seu subsolo. O carvão representava uma das principais fontes de energéticas para movimentação de maquinas e locomotivas a vapor na época.

A palavra automação foi inventada pelo marketing da indústria de equipamentos na década de 1960. Naquela época, busca-se enfatizar a participação do computador no controle automático industrial.

Segundo Moraes e Castrucci (2006), a automação é um sistema apoiado em computadores que submeteu ao trabalho humano em favor da segurança das pessoas, e com essa tecnologia podemos dizer que também a carretou na qualidade dos produtos na rapidez da produção, com isso tivemos redução de custos, aperfeiçoamento nos complexos objetivos das indústrias e dos serviços.

Não se deve pensar que os objetivos da automação se resumem à redução de custo operacionais. A automação tem a necessidade, como maior nível de qualidade, expressar especificações numéricas de tolerância, maior flexibilidade de modelos para o mercado, maior segurança pública e dos operários, menores perdas

de materiais e de energia, isso pode fazer com que se tenha mais disponibilidade e qualidade da informação sobre o processo e sobre o planejamento e controle da produção.

2.4 Sistema supervisório

Atualmente, a supervisão eletrônica de um processo produtivo é essencial para a competitividade de uma indústria. Com isso pode-se reduzir o tempo de máquinas paradas, e aumentar o desempenho de máquinas, a qualidade e segurança, acarretando em maior produtividade.

Esse registro da utilização de um sistema supervisório teve início na década de 1980, naquele tempo, esse sistema era dotado de pouca tecnologia, tendo em vista as limitações de recursos dos computadores, que ocupavam grandes espaços e eram programados por fitas magnéticas.

Para Capelli (2013) a supervisão eletrônica de um processo produtivo é vital para a competitividade da indústria no mercado. Pois com o supervisório irá reduzir o tempo de parada, aperfeiçoar o desempenho da manufatura, aumentar a qualidade dos produtos e segurança, entre outras boas práticas.

Com o passar do tempo e com o avanço da tecnologia, os supervisórios ficaram mais avançados e mais robustos. Esse tempo culminou na criação da plataforma SCADA (Supervisory Control and Acquisition sistema de controle e aquisição de dados). Esses sistemas SCADA são capazes de monitorar e controlar processos por meio de drives, servidores, módulos de entrada e saída ou controladores lógicos programáveis. Essas aplicações podem controlar partes ou todo o processo industrial.

2.5 Controlador lógico programável

A sigla CLP ou (controlador lógico programável), é um computador que executa funções específicas podemos dizer que é um computador diferente daqueles comuns que são usados no dia a dia pela sociedade.

O CLP foi desenvolvido em 1960, com a finalidade de substituir painéis relés que eram muito utilizados na indústria automobilística. OS painéis ou controladores

eram grandes armários de relés eletromecânicos com vários quilômetros de fio. Devido sua complexidade, toda e qualquer alteração em seu modo de operação gerava um grande trabalho, pois aquela mudança acarretaria alterações no esquema de fios, cabos e componentes.

Conceitualmente os CLPs é um equipamento usado para comandar e monitorar máquinas e processos industriais. Essa tecnologia o procedimento de controle de uma máquina a distância.

Figura 1: CLP controlador lógico programável



Fonte: ab.rockwellautomation.com, 2018

2.6 Inversor de frequência

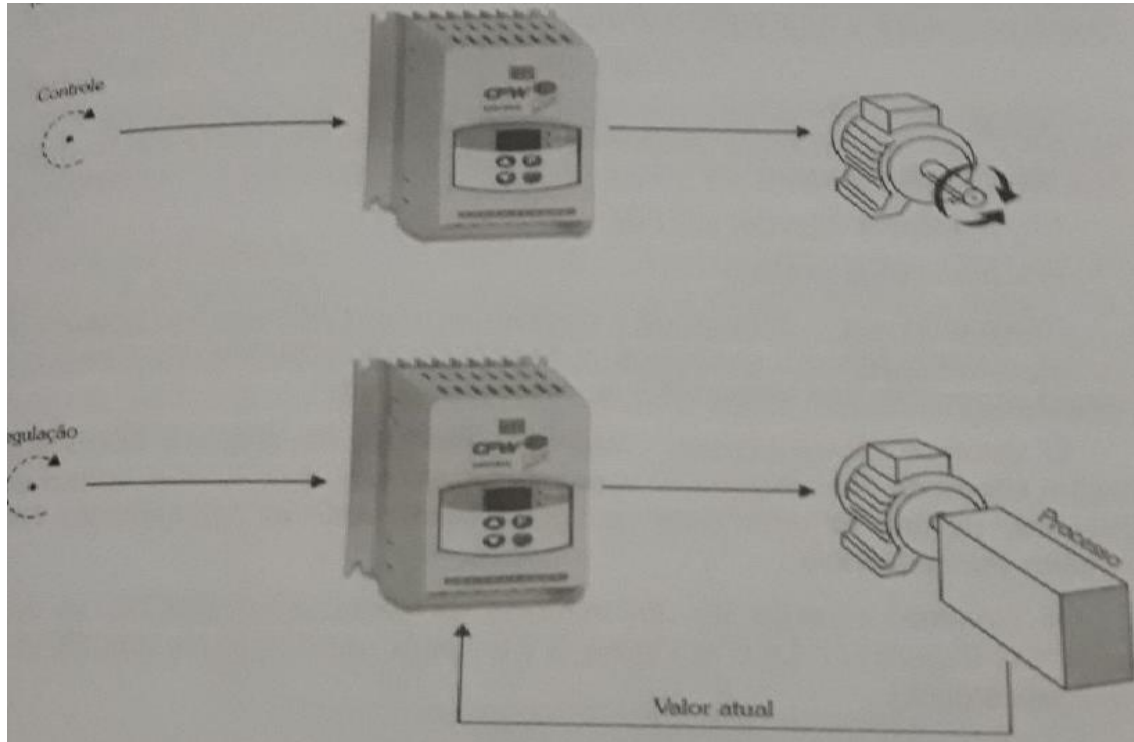
Inversor de frequência é um dos equipamentos mais comuns da automação industrial, sua principal função é alterar a velocidade do motor elétrico de corrente alternada conforme sua necessidade. Através das novas tecnologias de processadores digitais e dos transistores IGBTs.

Segundo Capelli (2013) as vantagens dos inversores para a produção são inúmeras, dentre elas estão:

- Otimização do processo;
- Menor manutenção, devido toda a tecnologia em corrente alternada e não ter necessidade de utilização de motores corrente CC, dispensa a manutenção preventiva por não ter comutação entre escovas e coletor que é o que acontece nos motores CC.

Economia de energia elétrica, pois com o ajuste de velocidade por exemplo em bombas e ventiladores que são ligados a meia velocidade gasta apenas 12,5% do que consumiria se estivesse ligado direto a rede elétrica.

Figura 2: Inversor de frequência



Fonte: Livro Alexandre Capelli 2013 Automação industrial, 2018

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa foi abordada a partir do método de técnica de pesquisa documentação direta, será utilizada pesquisa documental. Segundo a Lakatos e Marconi (2010) é a fonte de coleta de dados restrita aos documentos.

Como será realizado no próprio ambiente de trabalho, já está sendo utilizado a documentação direta com pesquisa campo exploratório e com observação direta intensiva com observação participante em equipe.

Ezequiel Ander Egg (1990), diz que para aprofundar a análise dos documentos constitutivos de pesquisa/participativa, nada melhor do que começar por examinar os termos com que se compõem a denominação, como será utilizada a pesquisa que é um procedimento reflexivo sistemático, controlado e crítico que tem por finalidade estudar algum aspecto da realidade com o objetivo de ação prática, também a participação que indica a forma que realizar o estudo já é um modo de intervenção e que o propósito da pesquisa está orientado para a ação, sendo esta por sua vez fonte de conhecimento.

Em nossa pesquisa foi selecionada uma empresa de grande porte que produz MDF, localizada no município de Agudos, com aproximadamente 650 funcionários. Essa empresa produz aproximadamente 50 mil m³ de MDF por mês.

Será utilizada uma pesquisa de campo, analisando os tempos de processamento de cada setor da linha de produção de MDF, fazendo a cronometragem para poder comparar.

4 ESTUDO DE CASO

A linha de produção de MDF é constituída pelo pátio de madeiras, lavador de cavacos de cavacos, desfibrador e preparação de fibras, linha de formação e prensa, shs (serra diagonal, roda de resfriamento e empilhamento), lixadeira, serra *cut to size* e embalagem.

4.1 Pátio de madeiras

Nesse capítulo foram realizadas melhorias para o aumento da produtividade da linha.

O pátio de madeiras é o local onde é processada a madeira que será utilizada no processo do MDF. As madeiras são depositadas no pátio próximo das máquinas, as madeiras são alimentadas pela máquina florestal que são colocadas em uma mesa que se movimenta constituída por partes móveis que são controladas a velocidade da movimentação através de um inversor de frequência que altera a velocidade de um motor ligado por correias em um redutor que ajuda no ganho de torque. Com essa possibilidade de alterar a velocidade do motor, conseguimos aumentar a quantidade de madeira que é alimentada na correia transportadora, aumentando cerca de 2% a quantidade de madeiras alimentadas por hora.

Devido a problemas que estavam ocorrendo de desarmes da correia devido a travamentos de madeira, foi alterado na lógica e feito uma melhoria impedindo os desarmes constantes do disjuntor de alimentação de potência do motor. A alteração consiste em colocar um tempo de retardo no comando de avanço sempre que ocorre a reversão na correia para poder destravar a mesma, isso implicou em um ganho de tempo e diminuiu cerca de 80% nos desarmes do disjuntor aumentando consideravelmente o aumento da produtividade.

No picador de toras onde é processado o cavaco, foi melhorado a segurança do equipamento, toda vez que a corrente nominal dos quatro motores ultrapassar 5000 amperes por cerca de 10 segundos as correntes de transporte que alimentam o picador irão parar por cerca de 90 segundos para que os motores resfriem. Essa melhoria diminuiu as quebras do acoplamento do redutor do picador e praticamente

zerou os riscos de queima do motor, apenas fazendo manutenção preventiva nas paradas programadas.

O cavaco produzido é transportado por uma rosca onde existe um sensor de nível que irá impedir que a trave por excesso de cavaco e ajuda na segurança do picador de toras para que não trave o rotor de facas devido ao nível alto. Essa rosca transporta o cavaco até as peneiras que irão selecionar os cavacos que estão com o tamanho correto e os que não estão caem em outra esteira transportadora que leva o cavaco com dimensão maior até o repicador que fará com que o cavaco fique com o tamanho ideal.

Todo o cavaco com que está com a dimensão correta é cai em uma correia transportadora que os levam até o silo de cavacos onde é estocado o cavaco para serem utilizados na preparação de fibra, os silos têm a função de armazenar os cavacos e garantir aproximadamente 48 horas de produção. Isto permite a programação de uma parada de fim de semana no Pátio, bem como uma parada para organização do depósito de madeiras. O teor de umidade de diferentes tipos de madeira pode ser equalizado durante o tempo de estocagem dos cavacos nos silos.

Esse silo contém uma rosca que é movimentada lateralmente por translação por volta de todo silo para melhorar a extração e evitar que formem pontes (lugares onde cavaco fique preso), essa rosca extrai o cavaco para a correia que transporta o cavaco até o lavador de cavacos. Para aumentar a extração de cavacos foi realizado estudo anterior pela própria empresa sobre a eficiência total utilizada no motor de tração da rosca, onde pôde aumentar em 10% a rotação da rosca pelo parâmetro P1082 do inversor Siemens Micromaster, aumentando a quantidade de cavaco extraído. A figura abaixo mostra um pátio de madeiras da empresa Berneck para dar um exemplo de como é o pátio de madeira da empresa.

Figura 3 – Pátio de madeiras



Fonte: www.berneck.com.br/pt/organizacao/, 2018

4.2 Lavador de cavacos

Nesse capítulo não foram realizadas melhorias na linha de produção, devido já estarem aptas ao aumento de produção com a melhorias que foram feitas no pátio de madeiras.

Os cavacos do silo são extraídos por uma rosca de extração até a esteira transportadora, que irá transportá-los para o sistema de lavagem.

Na saída do silo de cavacos, sobre a esteira transportadora está localizado um eletroímã que tem a função de retirar partes metálicas que possam estar em meio aos cavacos. Esse equipamento tem um papel muito importante porque representa a proteção dos equipamentos subsequentes contra danos causados por corpos estranhos.

Se o detector de metal não estiver corretamente ajustado e se não estiver funcionando adequadamente, a linha não está liberada para ser operada. Caso o detector de metal não esteja funcionando adequadamente, sérios prejuízos poderão ser causados ao equipamento ou sérios danos pessoais.

Em operação normal, o operador seleciona o silo requisitado e também programa a capacidade total desejada. Uma alternativa para controlar a capacidade total é usar um sinal de referência de fonte mais abrangente do processo. O sistema de controle automaticamente dá a programação da velocidade adequada para todos

os extratores e também garante que a capacidade total não exceda a capacidade máxima.

Existe uma faixa de trabalho instalada na esteira transportadora para medir a quantidade de cavacos liberados para o sistema de lavagem. A escala dá um sinal analógico da capacidade momentânea e também pulsa de acordo com a quantidade de cavaco medida. Esses pulsos podem ser usados para um registro cumulativo no sistema de controle.

As roscas de extração podem trabalhar individualmente, em produções baixas por exemplo, ou ao mesmo tempo em produções que exigem maior extração de cavacos para manter altas produções. Essa opção de modo de trabalho é viável para que se possa realizar reparos no sistema de acionamento de uma das roscas sem que seja necessário interromper a produção de fibras. Há também um sistema de alimentação externo (tremonha) que envia os cavacos diretamente para a esteira de alimentação para o sistema de lavagem. A quantidade de matéria-prima a ser utilizada através da alimentação externa pode ser especificada pelo operador através do supervisão.

As roscas de extração por serem o primeiro equipamento do processo, possuem intertravamentos com todo o restante do sistema, dessa forma, quando ocorrer qualquer parada no processo posterior, as mesmas irão parar para evitar excesso de material nos equipamentos subsequentes e entupimentos que venham a comprometer o bom funcionamento da linha e que podem causar algum tipo de acidente. O processo de lavagem de cavacos é uma etapa muito importante na fabricação de MDF. Durante a lavagem todas as impurezas, sílica, e materiais não desejáveis que possam ocasionar desgastes excessivos de ferramentas serão retirados do sistema. No decorrer da lavagem, as impurezas e excesso de sujeira podem levar à saturação. Para evitar que isso ocorra, o sistema é semifechado e de tempo em tempo os sedimentos que vão se acumulando são eliminados pelas válvulas de descarga de fundo dos tanques e pelo sistema de gavetas existente na parte inferior do lavador de cavacos.

Após o processo de lavagem, os cavacos juntamente com a água caem no tanque de bombeamento dos cavacos chamado de tanque pulmão. O tanque pulmão, além da alimentação de água vinda do Lavador junto ao cavaco, também pode receber água quente proveniente do transbordo do tanque de água quente. A

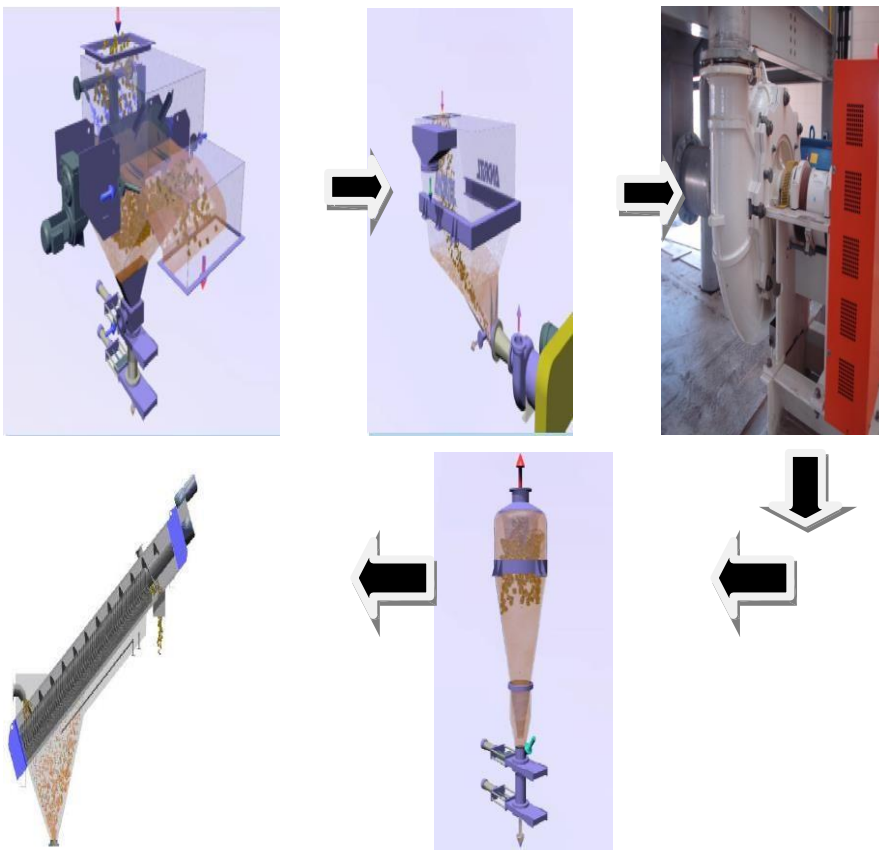
função do tanque de bombeamento é dar homogeneidade ao fluxo de cavacos que seguem em direção à bomba que vai transportá-los para a próxima etapa.

A bomba de transporte de cavacos capta os cavacos do tanque pulmão e os bombeia para o hidro ciclone, onde ocorre mais uma separação entre os cavacos que serão utilizados e as impurezas que porventura tenham vindo juntamente com os mesmos.

O hidro ciclone possui em seu interior uma peneira que está localizada na parte inferior (cone), que tem a função de reter os cavacos maiores ou algum tipo de material que por ser mais pesado não seguiu o fluxo em direção às roscas desaguadoras. No fundo do hidro ciclone também existe um sistema de válvula de gaveta semelhante ao utilizado no Lavador de cavacos, onde os resíduos retornam para a rosca de captação de rejeito do lavador.

Ao passarem pelo hidro ciclone, os cavacos são direcionados para a rosca desaguadora será a separação em definitivo da água do circuito de recirculação com os cavacos, pois os cavacos seguirão para o processo de desfibração e a água retornará para o sistema.

Figura 4: Lavador de cavacos



4.3 Preparação de fibras

Nesse capítulo foram realizadas melhorias na segurança do equipamento, principalmente na *plug screw feeder*.

Depois dos cavacos serem lavados e separados da água nas roscas desaguadoras, os mesmos são depositados no silo de pré-aquecimento, conhecido como *Pré-Steam* (Onde é feito o pré-cozimento do cavaco).

O Silo de Pré-Aquecimento tem um volume de 90 m³ o que corresponde a aproximadamente 10 minutos de produção e está equipado com células de carga que fornecem um sinal (4 – 20 mA) para a unidade de controle. Essas células são responsáveis pelo monitoramento do nível (porcentagem) de cavaco no interior do silo.

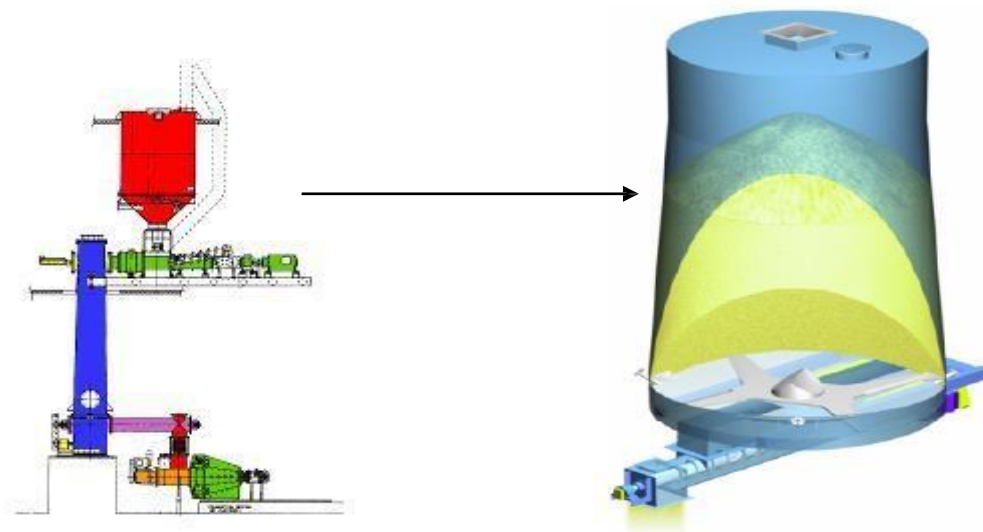
No fundo deste Silo existe um sistema de movimentação (Agitador Hidráulico) que é acionado por braços hidráulicos. Esse agitador tem a função de “derrubar” os cavacos quando a Rosca de Transferência do Pré-Aquecedor é acionada, auxiliando a descarga dos cavacos já pré-aquecidos evitando a formação de “ponte” em seu interior.

Os cavacos alimentados no Silo de Pré-Aquecimento sofrem um aquecimento prévio com vapor que é introduzido por injetores na sua parte inferior. A temperatura deve ficar na ordem de 95°C. O valor da temperatura é pré-estabelecido no supervisão de operação, onde um controlador com o auxílio de um sensor de temperatura do tipo PT-100 fazem o controle de acordo com a necessidade, ou seja, se a temperatura do *Pré-steam* estiver abaixo do valor determinado, aumenta-se o fluxo de vapor no sistema até que a temperatura real do *Pré-steam* se iguale à temperatura determinada. O mesmo acontece quando a temperatura está acima do valor determinado. É de suma importância à obtenção do valor ideal de 95°C de dentro do *Pré-steam*, pois, assim aumenta-se substancialmente a facilidade de se trabalhar com o Secador de Fibras.

O Silo também tem a função de manter e assegurar um suprimento constante e homogêneo de cavacos para o Pré-Aquecedor. O nível de cavacos dentro do *Pré-steam* não deve oscilar muito, uma vez que o tempo de residência ideal (10 min) dentro do *Pré-steam* faz com que os cavacos sofram um aquecimento homogêneo, um pré-amolecimento, a equalização da temperatura e conseqüentemente a

estabilidade da umidade da fibra no Secador. Se trabalhar com o nível muito baixo, conseqüentemente o cavaco não estará aquecido e amolecido idealmente e o mesmo exigirá um esforço maior do motor da Rosca de descarga do Silo de Pré-Aquecimento e também do Secador.

Figura 5: Silo pré-aquecimento



Fonte: Arquivo interno empresa, 2018

Um nível normal e constante de enchimento é de 75 – 80% em relação a capacidade máxima. Se o nível cair abaixo de 15% (ajustável), a injeção de vapor é interrompida, e caso desça ainda mais a *Plug Screw* (alimentador parafuso) será interrompida automaticamente.

O condensado formado no processo e o excesso de umidade são espremidos pela *Plug Screw Feeder*. Este excesso de água é conduzido a um tambor de tela para sua reciclagem (separação dos sólidos da água).

Após passarem pelo agitador hidráulico, os cavacos são depositados em uma rosca que é responsável por alimentar o chute para a *Plug Screw*. Esta rosca está constituída de forma a promover a retirada dos cavacos do fundo do silo com o auxílio dos agitadores hidráulicos além de promover a alimentação constante e uniforme de cavacos para a *Plug Screw*.

Na sequência esse cavaco cai num “*Shut*” que possui 1 Agitador, na lateral evitando que se formem “pontes” na Rosca Transportadora (*Plug Screw Feeder*).

O Agitador de lâmina dupla é uma opção para a *Plug Screw*, ele substitui a carcaça de entrada padrão. É usado para aplicações onde os materiais não entram facilmente.

As lâminas duplas giram em direções opostas varrendo o material que está entrando nas espátulas da rosca. Isto evita o entupimento dos materiais e mantém um fluxo constante de matéria-prima para a rosca. Os eixos duplos são acionados por uma engrenagem elétrica através de uma série de engrenagens. As engrenagens correm em um coletor abastecido com óleo.

A Rosca *Plug* realiza o transporte do material do “*Shut*” Intermediário introduzindo-o no Pré-aquecedor. A velocidade do Parafuso Alimentador é controlada de acordo com sinais recebidos do medidor de nível radioativo localizado na estrutura do Pré-aquecedor.

O objetivo da *Plug Screw Feeder* pode ser resumido em três funções:

- Pré-cozimento do cavaco e extração da água de maneira uniforme.
- A mistura de um conteúdo pré-cozido reduzindo-o e estabilizando sobre um aperto efetivo.
- Realizar o refino do cavaco fazendo movimento contrário ao do vapor.

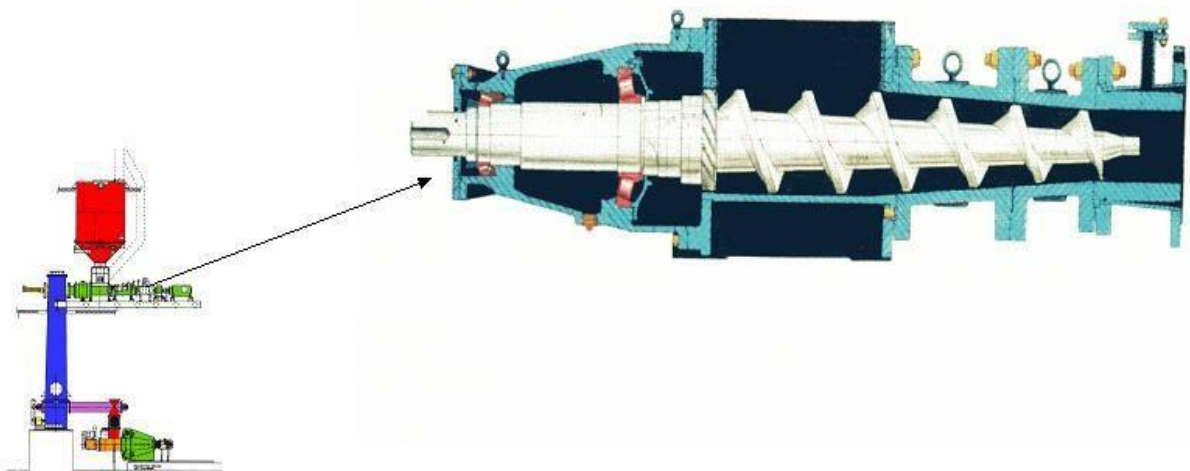
Esta rosca também possibilita uma alimentação contínua, ou seja, quando a rosca está cheia de cavacos, forma-se um selo que impede a passagem de vapor para o Silo do Pré-Aquecedor (*Pré-steam*), uma vez que a pressão dentro do silo é atmosférica.

O motor de acionamento da *Plug* é de corrente contínua de 1700 KW de potência devido à força exigida por esse motor ser muito grande.

No final do conjunto de acionamento da Rosca *Plug Screw*, antes da entrada para o Pré-aquecedor, está localizado o Bi-partido, que é um equipamento importante para o processo de secagem das fibras. No Bi-partido os cavacos sofrem o deságue, proporcionado pela contínua compressão dos mesmos contra as paredes do equipamento, que são furadas para que seja possível o escoamento da água e condensado de vapor. Nessa etapa do transporte dos cavacos também ocorre a “quebra” das estruturas do cavaco, fazendo quase que uma “pré-desfibração”, o que irá facilitar consideravelmente o trabalho do Desfibrador na etapa seguinte.

Sob a estrutura da *Plug Screw* e na parte superior do Pré aquecedor, existem cilindros hidráulicos para a compensação hidráulica do sistema. Esses cilindros são responsáveis por deixar todo o conjunto da *Plug Screw* num ângulo de 90° em relação ao Pré aquecedor para evitar que haja quebra, travamento ou até mesmo desgaste de peças em decorrência de atrito indevido.

Figura 6: Representação da Plug Screw Feeder



Fonte: Arquivo interno empresa, 2018

A *Blow Back Valve* assegura que o vapor do Pré-Aquecedor não escape para o *Pré-Steam*.

Também através da atuação da *Blow Back Valve* se controla a corrente do motor da *Plug Screw Feeder*. São estabelecidos certos valores de trabalho para a corrente da *Plug*, fazendo com que a *Blow Back* avance e recue de acordo com a corrente do motor. Isso no modo “Plugada”, pois no modo “Desplugada” este controle não funciona, ou seja, a *Blow Back* fica totalmente recuada e parada.

São estabelecidos os valores de 60% e 65% de corrente elétrica. Quando a corrente do motor está acima de 65% a *Blow Back* recua gradativamente aliviando o esforço do motor, já com a corrente abaixo dos 60% a *Blow Back* avança gradativamente aumentando o esforço do motor. Tudo isso para que a quantidade de água retirada pelo Bi-Partido seja o mais uniforme possível, uma vez que essa quantidade de água pode influenciar no processo de desfibração e secagem.

O Pré-aquecedor possui uma capacidade bruta de 30 m³, com uma altura efetiva de cerca de 10 metros. Tem uma forma cilíndrica com uma leve conicidade e é feito de aço inoxidável, podendo trabalhar a uma pressão de no máximo 12 bar. Para caso de despressurização por pressão alta ou qualquer outro problema que ocasione a despressurização existe uma válvula de segurança que dissipa toda a pressão do sistema na atmosfera.

No seu fundo existe um sistema de descarga, constituído por um agitador que auxilia a rosca de extração de cavacos na descarga do material evitando que se forme “pontes” no seu interior. Esse agitador é acionado por um motor AC, girando a uma velocidade constante com uma potência instalada de 75 kW e está situado acima da Rosca de Extração.

O Pré-aquecedor possui volume para que se possa trabalhar com o tempo de residência dos cavacos em aproximadamente 5 minutos. Durante esse processo, os cavacos vão sendo amolecidos para que o processo de desfibração seja facilitado.

O tempo de residência do cavaco e a temperatura no Pré-Aquecedor são uns dos fatores de maior importância na fabricação do MDF. Estas variáveis dependem da matéria-prima utilizada (Pinus ou Eucalipto), umidade do cavaco, capacidade de produção, requerimento de qualidade (cor da fibra) e energia. É estipulado um valor para residência de 3 a 5 minutos. Um tempo de cozimento mais prolongado tem um efeito semelhante ao de maior temperatura de cozimento. Entre estas duas opções, é geralmente preferível usar uma temperatura mais elevada do que um tempo maior. O efeito de temperatura elevada com um tempo de retenção do cavaco mais longo leva a dissolução de substâncias ligno-celulósicas fazendo com que haja a separação das fibras. Agora, se o tempo e a temperatura forem diminuídos, será necessária uma maior quantidade de energia para promover a separação das fibras, alterando as propriedades do produto, e isso é completamente inviável.

Portanto, a extensão em que a madeira é transformada em fibras depende das condições de pré-aquecimento e da quantidade de energia usada na desfibração.

O tempo de cozimento depende do nível de cavacos no Pré-Aquecedor e da velocidade da Rosca de extração de cavaco. O tempo pode ser ajustável e é controlado por uma fonte Radioativa que indica o nível do cavaco no interior do Pré-Aquecedor. O controle de nível atua sobre a velocidade da *Plug Screw* para manter

o nível correto do cavaco no Pré-Aquecedor, ou seja, se a velocidade da rosca de extração de cavaco (*Discharge*) aumenta, a velocidade da *Plug Screw* também irá aumentar, quando a velocidade da *Discharge* diminui segue-se a mesma lógica.

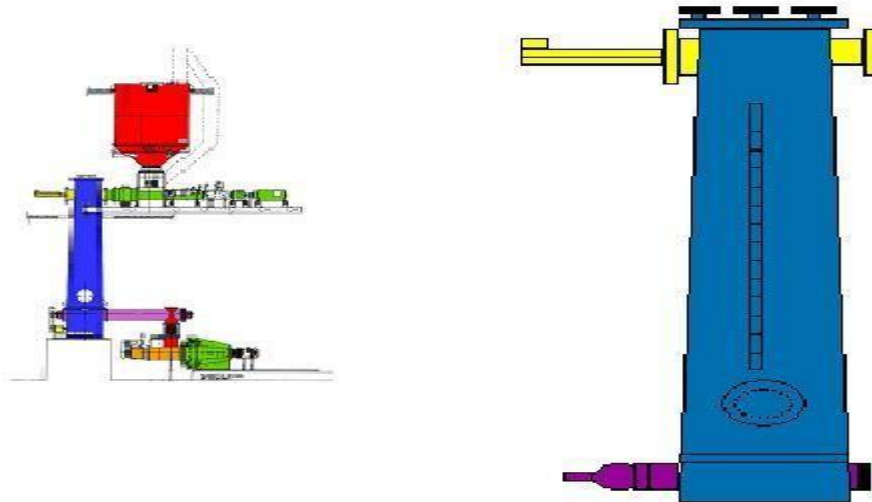
A extração do Pré-aquecedor é feita por uma unidade localizada na parte inferior. Esta unidade é constituída por uma rosca gêmea “dupla” de transferência e um agitador localizado entre o Pré-aquecedor e a própria rosca de transferência.

O Agitador é impulsionado por um motor AC, trabalhando com uma velocidade constante e potência instalada de 75 kW. O selo da *Discharge* e do eixo do agitador é realizado pela graxa lubrificante, enchendo as caixas.

O selo mecânico do eixo vertical é a água resfriada. O fornecimento de água para este arrefecimento é fornecido pela água de selagem do refinador. A extração de material do Pré-aquecedor serve como o "mestre" para toda a produção. Na verdade, uma maior produção neste momento, conduz a uma maior produção de fibras e de uma maior capacidade como um todo.

Todos os ajustes de velocidade da rosca devem ser feitos com cuidado e com pequenas variações.

Figura 7: Pré-aquecedor



Fonte: Arquivo interno empresa, 2018

O Refinador é usado para transformar uma variedade de matérias-primas em polpa ou fibra de madeira para as indústrias de papel ou de chapas de fibra. É

rigorosamente construído, precisamente usinado e cuidadosamente montado, proporcionando anos de serviço confiável e livres de problemas.

É desenvolvido para:

- Grandes variações nas matérias-primas e condições operacionais
- Excelente capacidade de redução de energia
- Variedade de diferenciais de pressão
- Vasta gama de consistências para atender diversas necessidades
- Capacidades de alta velocidade e alta pressão

A matéria-prima, já sob pressão, entra no sistema através da entrada de material e cai em um alimentador (*Ribbon Feeder*). O movimento espiral do alimentador direciona a matéria-prima em direção ao disco refinador rotativo e às placas refinadoras rotativas.

A matéria-prima (cavacos, para produção de MDF), é posicionada entre os dois conjuntos de placas. O produto refinado, que são as fibras, são descarregadas através de uma *blow line* anexa à carcaça. O excesso de vapor gerado pelo processo de refinamento é liberado através de jatos do exaustor de vapor em direção a um sistema de recuperação de vapor ou em uma saída segura.

4.4 Linha de formação

Nesse capítulo não foi realizado melhorias na linha devido já estar aptas para o aumento da produtividade do pátio de madeiras.

As fibras misturadas e secas são levadas à formadora. Ali deverá ser realizada uma formação adequada de um colchão de fibras, a fim de permitir uma correta produção da chapa.

A fibra encolada e seca é transportada para a formadora por meio de um sistema de rosca dupla. A unidade da formadora funciona totalmente de acordo com um princípio mecânico.

Em cima dos rolos espalhadores, há um silo intermediário. Nele a fibra é distribuída de maneira uniforme por toda a largura do silo e esta distribuição é feita por meio de um chute pendular.

A formadora consiste de uma cinta de extração inferior e pentes niveladores na parte superior. A distribuição das fibras por toda a largura e comprimento do silo da formadora garante uma distribuição controlada e uniforme.

Os rolos da cabeça de formação são responsáveis por formar o colchão na cinta.

O silo da formadora, serve como um estoque intermediário de curto prazo, tem como função também a alimentação regular da cabeça de espalhamento.

Em operações normais, este silo será preenchido aproximadamente de 65 a 70 % do comprimento do silo de qualquer forma, o nível de preenchimento do silo deve permanecer atrás do ponto de entrada. O nível real de preenchimento do silo fornece uma indicação imediata para o fluxo das fibras seguintes.

Na parte superior do silo, há pentes niveladores para equalizar a quantidade de fibras no sentido longitudinal.

A parte inferior é constituída de uma correia inferior resistente ao desgaste, com um sistema com velocidade controlada.

Na verdade, de acordo com o peso necessário, a balança do colchão e a velocidade da linha de formação, a cinta do silo deve transportar uma quantidade suficiente de fibras.

Na extremidade frontal do silo, umas séries de 14 rolos descarregadores (rolos cascatas) removem o fluxo de fibras. Qualquer arraste ou pressão excessiva deve ser evitado, a fim de haver um fluxo suave de fibras.

A pré-prensa é construída em um sistema de transporte de colchões. A parte superior e inferior é muito simétrica.

Devido ao peso específico muito reduzido do colchão de fibras, a pré-compressão é feita com uma cinta de pré-compressão estendida. Ali, a estrutura frouxa do colchão é densificada para uma altura operável para a próxima estação de compressão.

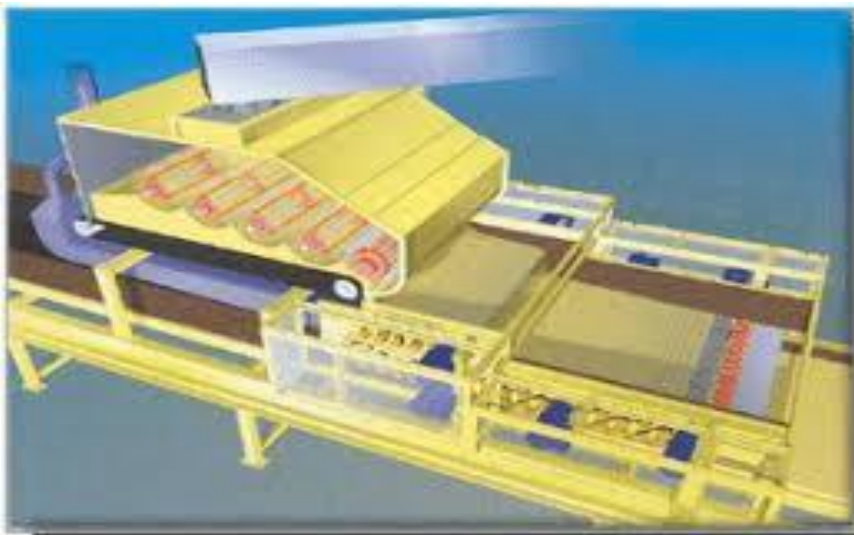
Por meio de um fator de compressão, a posição da cinta de pré-compressão é controlada.

A pressão aplicada no colchão é gerada pelos 4 principais cilindros hidráulicos. A compressão é feita entre 5 pares de rolos resistentes ao desgaste. Dentro dos limites técnicos, a pressão operada na pré-prensagem é regulada por

meio de um ajuste da distância. Isto significa que a redução da distância na pré-prensagem aumentará automaticamente a pressão aplicada.

Em geral, um colchão rígido, bem transportável e suficientemente comprimido será obtido de acordo com uma pressão hidráulica de aproximadamente 150 a 200 bar. Em geral, a distância de pré-prensagem é fixada em aproximadamente 1,5 a 2x da espessura do substrato, dependendo do colchão de fibras e do peso específico. A altura bruta do colchão é monitorada continuamente com um sensor de nível. Com relação ao sinal de saída deste sensor, o colchão é comprimido de acordo com a proporção de compressão.

Figura 8: Linha de formação



Fonte: www.siempekkamp.com, 2018

A fim de ter um alto nível de proteção para a prensa (cintas de aço) e a fim de garantir uma correta utilização da chapa, um detector de metal altamente sensível é instalado.

O princípio da bobina de alta frequência é de um condutor móvel em um campo magnético. Quando o metal passa no detector de metal, o campo magnético sofre uma perturbação, e um sinal é acionado.

Este tipo de detector de metal possui uma extrema sensibilidade, tanto para metais ferrosos quanto para não-ferrosos.

Nesta importante etapa do processo de MDF, o colchão de fibras misturadas e secas é conduzido para a configuração e espessura finais.

Na verdade, sob o efeito da pressão hidráulica, do calor e de um período de tempo, o colchão é conduzido para a sua espessura final e, simultaneamente, de um modo preciso e sincronizado, a cola seca até o estado sólido. É essencial trabalhar de acordo com um diagrama ou ciclo da prensa. Neste diagrama da prensa, todos os parâmetros operacionais para pressão, distância, aquecimento, velocidade, entre outros, estão organizados de modo sistemático.

A prensa é construída basicamente como uma prensa única de abertura, com cilindros de trabalho descendentes. A operação de prensagem é realizada de forma integral e contínua entre as cintas móveis de aço. As forças de prensagem entre as cintas de aço e os pratos quentes são transmitidas por meio do sistema de roletes. O sistema de roletes pode ser comparado com o princípio de um rolamento de agulhas. Os roletes atuam como as agulhas e a corrente (esquerda e direita) ao longo dos roletes atua como o anel espaçador. Sob tais circunstâncias, as grandes forças podem ser facilmente controladas em um sistema duradouro.

As placas de aquecimento são construídas por partes. As temperaturas nestas partes podem ser reguladas com precisão, de acordo com os requisitos tecnológicos do processo.

Figura 9: Prensa Continua



Fonte: www.siempelkamp.com, 2018

As melhorias realizadas na prensa, foram na detecção de problemas. Nos supervisórios foram implantadas informações em que o operador tem acesso constante, fazendo que o operador possa inspecionar as informações que são geradas do equipamento durante a produção, assim a equipe de manutenção poderá se programar para eventuais quebras dos equipamentos, podendo realizar a

manutenção nas paradas programadas mensais, não impactando na produção. No supervisão é possível visualizar todos os transdutores de pressão da prensa, eles que são responsáveis em modular e indicar a pressão atual dos frames (repartições da prensa), com isso é possível fazer uma inspeção pela equipe da manutenção e colher as pressões e o offset do transdutor e por esses dados poder identificar com antecedência qual transdutor irá falhar primeiro e programar sua troca.

4.5 SHS (Serra diagonal, roda de resfriamento e empilhamento)

O sistema da prensa produz um substrato sem fim. Ele deve ser dimensionado em um tamanho prático (chapa *master*). O transporte da chapa será feito por meio de transportadores por rolos e transportadores com múltiplas cintas.

O sistema é construído em um *frame* comum e opera com 3 cabeças de serra transversais (serras diagonais) e com refilamento longitudinal operacional contínuo (Desintegradores). O corte transversal, de acordo com o comprimento selecionado, trabalha de modo alternativo (Serra diagonal).

A operação normal é no modo automático. Contudo, o programa da unidade da serra permite diversas intervenções especiais. Em caso de defeitos locais na chapa, a área em questão pode ser serrada, a chapa inteira pode ser descartada (para o picador de chapas). Quando uma amostra de laboratório ou comercial for solicitada, a peça desejada pode ser cortada em alta velocidade, combinada com painéis de comprimento pequeno, todas as 3 serras estão em operação. De modo alternativo, o corte transversal é realizado com a unidade "1", com a unidade "2" e com a unidade "3": esta operação é comumente chamada de "modo tandem".

Na parte superior da chapa, um codificador-tacômetro faz a leitura da velocidade real (online) da chapa que chega. Como o sistema opera em um ângulo de 30°, o movimento total da cabeça da serra pode ser decomposto em componentes (vetor) longitudinais e transversais. O codificador domina o componente longitudinal (de acordo com o comprimento) do movimento da serra.

As chapas que são cortadas, são transportadas até as rodas de resfriamento, onde as chapas são climatizadas para cura dos produtos que são nelas aplicados. Nesse transporte são instalados sensores que indicam o posicionamento das

chapas durante o transporte, devido a sujeira gerada pelo processo os sensores eram facilmente sujos e inibindo o seu funcionamento, esse evento fazia com que se perdessem cerca de 5 horas (soma de todas as paradas do mês) de paradas mensais, então como melhoria foram instalados sensores ópticos com alto range de atuação e para eliminar as sujeiras dos sensores foram instalados sopros de ar em cada sensor e colocado sua atuação do sopro no programa do CLP, então a cada 10 minutos são realizados sopros automaticamente. Essa melhoria eliminou cerca de 95% do tempo total das paradas devido a sujeira nos sensores.

Figura 10: Roda de resfriamento



Fonte: www.siempekkamp.com, 2018

As chapas individuais são levadas aos "pacotes" de aproximadamente 250 mm de altura (máx.). Estes pacotes são empilhados. Por meio de um transportador de pilhas, elas são levadas para uma área de armazenagem intermediária. As pilhas até uma altura de 4 m e até um peso máximo aproximado de 52 t são manuseadas na área de armazenagem.

Em uma área separada, as capas de proteção são armazenadas e guardadas no fundo de cada pilha. A partir do transportador, um "satélite" se movimenta para dentro e para fora com os pacotes, para a posição de armazenagem individual.

Toda a armazenagem intermediária é completamente automatizada. Cada número de comissão e cada pacote é registrado e localizado eletronicamente na administração de armazenagem.

Nos carros satélites estavam acontecendo muito problema de rompimento de cabos e esses cabos tem um alto valor por serem importados da Alemanha, onde são fabricados e por serem um cabo especial de comunicação do maquinário e CLP. Para eliminar esse problema foram instalados sensores de confirmação de que o cabo foi totalmente enrolado no tambor e apenas depois dessa confirmação o carro base irá se movimentar, apenas essa melhoria eliminou as trocas dos cabos que estavam acontecendo a cada 3 meses, devido as emendas que eram necessárias serem feitas e as paradas da linha que aconteciam devido ao rompimento do cabo e do tempo que era necessário para a equipe de manutenção realizar a intervenção que o tempo varia conforme o estrago que era feito.

4.6 Lixadeira

A lixadeira é responsável em realizar o lixamento da superfície das chapas que são produzidas pela prensa e dar o acabamento necessário nas chapas que serão vendidas cruas ou laminadas.

As melhorias que foram realizadas na lixadeira, foram no supervisório, mudando comando que facilitariam a operação dos maquinários pelos operadores. As melhorias feitas foram em comandos dos transportadores que antes era preciso dar o comando de avanço ou retorno individualmente e que causavam demora para desenroscar as chapas que ficavam presas devido alguma eventualidade do processo, então para minimizar o tempo de parada da linha da lixadeira foram implantados comandos que faziam os transportes avançarem ou retornarem simultaneamente com comandos de dois ou três transportadores juntos, o que foi necessário para poder agilizar o processo.

Outro problema encontrado foi o gargalo da linha da lixadeira foi na alimentação e com a cronoanálise foi possível analisar o tempo ganha chapa por chapa na alimentação. A alimentação é feita por um mecanismo que é chamado de arrastador, esse arrastador modula sua abertura conforme a espessura da chapa, e através de um motor que é responsável pelo arraste das chapas. Foi possível notar

que o movimento de volta e posicionamento do equipamento do arrastador nas chapas para um novo arraste impacta em 3 segundos em cada chapa alimentada, então foi analisado o limite do equipamento e o quanto poderíamos aumentar na velocidade do motor no movimento de volta do arrastador, visto isso foi aumentado a velocidade do motor em 5% que no final foi possível ganhar cerca de 500 milissegundos a 1 segundo por chapa dependendo da espessura da chapa alimentada. Em um pacote máster de 120 chapas vindo da prensa para ser lixada foi possível otimizar o tempo e economizar 30 segundos em cada pacote com 120 chapas e no final de um dia com 24 horas foi possível lixar 4 pacotes à mais do que era lixado antes da melhoria.

Nos Box's onde são depositadas e formam os pacotes de chapas já lixadas, foi feito uma melhoria para que possa ser selecionado o box onde a chapa será depositada quando for conveniente, como por exemplo quando acontece algum problema de falha em sensor ou travamento de chapa no box onde a chapa está sendo depositada, sem que pare a linha poderá ser selecionado o outro box para continuar a produção e resolver o problema do outro box com a linha em funcionamento.

Figura 11: Lixadeira



Fonte: <http://products.siempelkamp.com/en/holzwerkstoffe/detail/typ/osb/id/246>, 2018

4.7 Serra *Cut to Size*

Através de estudos e análises durante o ano, foi possível notar que a serra *Cut to Size* e a embalagem que será descrito a seguir são os maiores gargalos da linha de MDF, todos os esforços foram colocados para poder encontrar melhorias que otimizariam esse processo que é o final de linha do processo de MDF.

A serra *Cut to Size* é responsável por cortar as chapas nas dimensões necessárias para serem comercializadas, com dimensões por exemplo de 1840mmX2750mm. Os processos de corte das chapas envolvem vários processos com equipamentos automatizados.

A alimentação é feita por um equipamento semelhante ao da lixadeira, porém na serra selecionar até 5 chapas em cada alimentação, a melhoria feita no arrastador foi no ajuste da quantidade de chapas possíveis para serem alimentadas, que antes da melhoria era com limite de 4 chapas, foi então realizado um estudo envolvendo a manutenção para poder saber o limite que o mecanismo suporta com o arraste das chapas, chegando a conclusão que poderia ser ganho um chapas a mais em cada alimentação, chegando ao limite de 5 chapas de 12mm de espessura.

Após ser formado o pacote "*buk*" que irá ser cortado pela serra longitudinal, esse pacote deve respeitar o limite 265 mm de altura, o carro transportador leva o *buk* até o batedor que irá ajustar o *buk* para poder serrá-lo, a velocidade do carro foi ajustado em 5% no inversor de frequência para que em todos os movimentos em que o carro em vazia e em posicionamento para poder transportar o próximo *buk*, nesse processo de transporte até a serra obtivemos um ganho de 4 segundos por *buk*. Após o *buk* estar posicionado na serra longitudinal desse o *pressure beam* para realizar o corte, então é realizado o corte em uma velocidade de 45%, após o corte o flap de descarte do refugo do corte é necessário abrir para a serra voltar em sua posição de corte, antes da melhoria o flap só era aberto com o *pressure beam* elevado, foi visto que era possível abrir o flap enquanto o *pressure beam* era elevado, essa melhoria teve um ganho de 2 segundos por corte, após esse processo três arrastadores fazem o transporte até o próximo carro que transportará o *buk* até a serra transversal. Esse carro que é semelhante ao que transporta para a serra longitudinal, também foi aumentado a velocidade do carro em 5 % onde foi possível ter um ganho de aproximadamente de 5 segundos por *buk* serrado, feito o

posicionamento a serra transversal realiza os cortes com uma velocidade de 75%, também foi feita a melhoria nos flaps semelhante ao da serra longitudinal. Após os cortes serem feitos no *buk*, o carro responsável por transportar o *buk* até o carro de empilhamento se posiciona e realiza o transporte até sua posição final, o carro de empilhamento eleva o *buk* e o transporta até a mesa hidráulica que vai se posicionando com a quantidade de *buks* necessários para completar o pacote.

Outra melhoria que foi feita, no supervisório é possível visualizar todos os sensores da linha, assim é possível detectar uma possível falha de algum sensor, facilitando o diagnóstico do problema e reduzindo o tempo de parada devido as falhas geradas.

4.8 Embalagem

A linha de embalagem é o maior gargalo que a linha de MDF possui, os esforços para otimizar o processo e garantir que esse problema não venha impactar na redução da produtividade após as melhorias realizadas na linha de MDF foram de maior esforço, através da teoria das restrições e detectar as dificuldades e cronoanálise foi possível agir no ponto mais crítico da linha de embalagem.

A embalagem é constituído por duas linhas semelhante que o transporte dos pacotes serrados alternam de acordo com a disponibilidade da linha, ou seja os pacotes são transportados automaticamente para a linha que não está cheia, os transportes são feitos por rolos e correntes e com mesas que ao todo medem aproximadamente 25 metros de comprimento e a outra linha um pouco maior com aproximadamente 40 metros de comprimento, esse comprimento da linha se deve para poder ter espaços para poderem minimizar o gargalo do cabeçote que é responsável pelo enfitamento. Os dados coletados antes da melhoria podemos verificar na tabela a seguir.

Tabela1: Tempo medidos antes da melhoria

Elementos	Tempo Posicionamento	1ºTabique	2ºTabique	3ºTabique	4ºTabique	Final enfitamento	Tempos total cronometrado
1	12,11	16,61	16,53	17,98	16,35	4,09	83,67
2	12,1	16,32	16,39	18,05	16,59	4,62	84,07
3	12,14	16,79	16,46	17,89	16,75	4,75	84,78
4	12,05	16,88	16,56	17,95	16,52	4,62	84,58
5	12,07	16,45	16,44	17,97	16,48	4,15	83,56
6	12,08	17,01	16,89	17,34	16,84	4,12	84,28
7	12,21	16,78	16,69	17,59	16,88	4,78	84,93
8	12,17	16,45	16,41	17,68	16,43	4,74	83,88
						Tempo médio cronometrado	84,22

Fonte: Autoria própria

Esses pacotes são transportados até o cabeçote que irá enfiar os pacotes com o número de tabiques suficientes para o padrão e espessura das chapas. Esse processo de enfitamento dos pacotes e colocação de tabiques que são os suportes que sustentarão e facilitaram o transporte pelas empilhadeiras, demandam tempo pois são enfitados de 4 a 6 tabiques por pacote que são posicionados automaticamente em sua posição ideal, todo tabique a ser enfitando necessitava antes da melhoria realizada estar com o pacote posicionado e parado para realizar o enfitando, então foi visto que esse processo leva em torno de 5 segundos até que se posicione o pacote e eleve o tabique até o pacote para realizar o enfitando com fita de poliéster. Visto isso surgiu a ideia de elevar o tabique enquanto o pacote é posicionado, então todas as vezes em que o pacote se posiciona o tabique já estará no local para poder ser enfitado junto ao pacote de chapas, com isso ganhou-se um total de 2 segundos por tabique enfitado.

Figura 12: Cabeçote de enfitamento



Fonte: <http://www.itipack.com>, 2018

5 RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados obtidos nas linhas de produção e equipamentos aumentaram consideravelmente os ganhos na produtividade.

No pátio de madeiras foram feitas algumas melhorias. Na alimentação foi aumentado a velocidade da mesa de alimentação em 2%, aumentando a quantidade de madeiras alimentadas na correia transportadora, a melhoria realizada na correia transportadora foi no comando de avanço e retorno, foi colocado um tempo de retardo no comando de avanço sempre que ocorre a reversão da correia, o que diminuiu cerca de 80% nos desarmes do disjuntor. No picador de toras foi colocado uma proteção conforme aumentar a corrente dos motores e ultrapassar 5000 amperes por 10 segundos e com isso a alimentação do picador irá parar por 90 segundos para que os motores resfriem e não comprometa o equipamento. No silo de cavacos foi aumentado a velocidade das roscas de extração em 10% com isso foi possível aumentar a extração de cavacos e com a finalidade de aumento da produtividade.

Na linha SHS foram alterados os sensores, os sensores sujam muito devido o processo, e essa sujeira impedem a atuação correta dos sensores, então para eliminar esse problema que estava ocasionando várias paradas na linha de produção, foram instalados sensores ópticos e bicos de limpeza em cada um deles que acionam a cada 10 minutos automaticamente pelo programa CLP, essa alteração de sensores eliminou cerca de 95% do total de paradas devido as sujeiras.

Nos carros satélites foram colocados sensores nas curvas dos cabos, esse sensor detectada que os cabos recuaram totalmente eliminando os rompimentos dos cabos na movimentação dos carros.

Na lixadeira foram melhorados os comandos dos transportes pelo supervisor, foi então colocado comandos que pudessem movimentar dois ou três transportes simultaneamente, com isso minimizou o tempo de paradas por algumas eventualidades e com os comandos os operadores puderam agilizar os comandos. Na alimentação foi aumentada a velocidade do motor do arrastador em 5% nos movimentos de posicionamento em que o carro do arrastador se movimenta sem carga.

Na serra cut to size assim como na lixadeira a alimentação é feita por um arrastador, mas para ganhar produtividade foi aumentado a quantidade de chapas que o arrastador alimenta que passou de no máximo 4 chapas para 5, foi também aumentado a velocidade dos carros que posicionam as chapas para o corte nas serras longitudinal e transversal, aumentando em 5% a velocidade dos motores nos movimentos de posicionamento em que os carros estivessem sem carga, tendo um ganho de 5 segundos por pacote serrado. Feito uma melhoria nos flaps de descarte das taliscas para que abrissem enquanto o pressure beam se elevasse, tendo um ganho de 2 segundos por corte. Outra melhoria feita foi no supervisório, em que agora se podem visualizar todos os sensores da linha e com isso verificar se algum está sujo facilitando o diagnóstico do problema.

As melhorias realizadas na embalagem podem ver na tabela a seguir e compara com os dados coletados antes da melhoria.

Tabela 2: Tempo medidos após a melhoria

Elementos	Tempo Posicionamento	1°Tabique	2°Tabique	3°Tabique	4°Tabique	Final enfitamento	Tempos total cronometrado
1	12,11	14,61	14,33	15,98	3,56	14,35	74,94
2	12,1	14,22	14,34	15,97	3,93	14,79	75,35
3	12,14	14,7	14,36	15,99	3,54	14,85	75,58
4	12,05	14,48	14,56	15,89	3,53	14,62	75,13
5	12,07	14,23	14,34	15,94	3,31	14,48	74,37
6	12,08	14,37	14,59	15,34	3,49	14,54	74,41
7	12,21	14,6	14,69	15,19	3,03	14,68	74,4
8	12,17	14,17	14,21	15,78	3,32	14,73	58,6
						Tempo médio cronometrado	72,85

Fonte: Autoria própria

Através dos dados coletados antes e depois da melhoria, foi possível notar o ganho que se obteve com a melhoria realizada e a otimização do tempo, foi ganho cerca de 12 segundos em média por pacote enfitado, fazendo com se ganhe rendimento horário e minimize o gargalo do processo de embalagem.

6 CONCLUSÃO

Este trabalho teve por objetivo descrever um projeto de melhoria para o aumento de produtividade, com a consequente redução de custos e aumento de lucros. Este estudo de caso pode auxiliar organizações com operações semelhantes, além de fornecer importantes evidências do impacto da automação para o setor estudado.

Foram realizados vários estudos durante o ano de 2018 e medidas que poderiam ser tomadas para realizar as melhorias cabíveis, sem ter um gasto com equipamentos novos, aproveitando equipamentos já existentes na linha de produção de MDF e poder maximizar a eficiência da operação ao máximo possível, dentro das limitações técnicas e de orçamento.

As medidas tomadas foram em relação à automação e com influência na mecânica para poder saber os limites que os equipamentos poderiam chegar, através disso obtivemos grandes melhorias e grandes ganhos em sua produtividade, podendo reduzir os gargalos encontrados principalmente no final de linha, onde o processo necessita de bastante influência do operador e com isso minimizar os efeitos da falha e reduzir o tempo de parada.

Os ganhos obtidos ajudaram, também, na programação de paradas, pois foi possível programá-las sem apressamentos nocivos, pois a produção está dentro do prazo da produção a ser realizada.

Os principais motivadores para a realização deste estudo foram as mudanças do mercado e o aumento da competitividade. Constatou-se por meio dos resultados o potencial da automação para o tipo de operação descrito e que a tecnologia pode ser um direcionador importante de aprimoramentos no processo produtivo.

REFERÊNCIAS

CAPELLI, Alexandre. **Automação industrial: Controle do movimento e processos contínuos**. 3. Ed. São Paulo: Érica, 2013.

DAVILA, T; WOUTERS, M. **Gestão de acesso no setor de fabricação: gestão de custos nas etapas de projeto e produção**. Manual de pesquisa de contabilidade de gestão, 2006.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. Ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GOLDRATT, Eliyahu M. e COX, Jeff. **A Meta: Um Processo de Melhoria Contínua**. 2. Ed. São Paulo: Nobel, 2002.

GOLDRATT, Eliyahu M. **A síndrome do palheiro: garimpando informação num oceano de dados**. Trad. Claudiney Fullmann. São Paulo: Nobel, 1990.

LAKATOS, Eva Maria e MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos da Metodologia Científica**. Editora Atlas, 2003.

MACEDO, Mariano de Mattos. **Gestão de produtividade nas empresas**. Revista organização sistêmica. V.1, n.1, jan. 2012.

MORAES, Cicero C. e CASTRUCCI, Plínio de L. **Engenharia de automação industrial**. 2. Ed. São Paulo: LTC, 2006.

PEINADO, Jurandir e GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da Produção: Operações industriais de serviços**. Editora UnicemP, 2007.

SHINGO, S. **O sistema Toyota de produção do ponto de vista da Engenharia de produção**. 2. Ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2005.

SUGAI, Miguel. **Avaliação do uso do MTM (Methods-Time Measurement) em uma empresa de metal-mecânica.** 2003. 115 f. Dissertação de mestrado (Mestre em Engenharia mecânica) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

QUALIDADE DA ENERGIA: UM ESTUDO DE CASO SOBRE HARMÔNICAS EM REDES ELÉTRICAS EM UMA EMPRESA NO INTERIOR PAULISTA

Marco Antonio Fernandes da Silva, FAAG¹

Mariana Falcão Bormio, FAAG²

RESUMO (Escrever por último)

Este trabalho apresenta um estudo de caso realizado nas redes elétricas de uma empresa do interior paulista sobre distorções harmônicas e seus efeitos na linha de produção. Através de uma revisão bibliográfica e pesquisa de campo, obteve-se informações importantes a respeito de equipamentos existentes no mercado para minimizar os efeitos causados por harmônicas. Tais distorções causam por exemplo, aumento no consumo de energia elétrica e paradas inesperadas da produção, o que gera custos indesejáveis para a empresa. Este artigo discorreu sobre filtros harmônicos, com destaque para o uso do retentor eletromagnético, no qual foi apresentado resultados satisfatórios, redução de 43,5% nas distorções harmônicas e redução de 13,7% no consumo de energia elétrica.

Palavras-chave: Harmônicas, qualidade de energia, eficiência energética.

ABSTRACT

This work presents a case study carried out in the electrical networks of a company from the interior of São Paulo on harmonic distortions and their effects on the production line. Through a bibliographical review and field research, important information was obtained regarding equipment existing in the market to minimize the effects caused by harmonics. Such distortions cause, for example, an increase in the consumption of electric power and unexpected stops of the production, which generates undesirable costs for the company. This article deals with harmonic filters, with emphasis on the use of the electromagnetic retainer, in which satisfactory results were presented, a 43.5% reduction in harmonic distortions and a 13.7% reduction in electric energy consumption.

¹ Graduando em Engenharia de Produção na Faculdade de Agudos

² Professora Doutora, Orientadora.

Formatado: Justificado, Espaço Depois de: 0 pt, Espaçamento entre linhas: 1,5 linhas

Formatado: Justificado, Espaço Depois de: 0 pt

Formatado: Justificado, Espaço Depois de: 0 pt, Espaçamento entre linhas: 1,5 linhas

Formatado: Espaço Depois de: 0 pt, Espaçamento entre linhas: 1,5 linhas

Formatado: Espaço Depois de: 0 pt, Espaçamento entre linhas: 1,5 linhas

Keywords: [Harmonics](#), [energy quality](#), [energy efficiency](#).

Keywords:

Este artigo ~~apresenta os resultados de um~~ ~~discorrerá sobre um~~ estudo de caso sobre harmônicas na rede elétrica desenvolvido em uma empresa do interior paulista, ~~que e propõe~~ discutir a respeito de melhores práticas em sistemas elétricos para garantir o bom funcionamento dos equipamentos de um processo de fabricação que seja uniforme e sem paradas inesperadas.

~~Segundo Fort (2003) a~~ ~~demanda múltipla por~~ ~~ondas de harmônicas~~ ~~em~~ ~~condições~~ de tensão e corrente, que resultam em na distorção da qualidade da energia elétrica. Devido a várias falhas em equipamentos eletrônicos causadas por harmônicas, ~~falhas estas~~ que geram pequenas ou grandes paradas no processo produtivo, ~~gerando enormes prejuízos por baixa produtividade,~~ faz-se necessário encontrar uma solução para reduzir ou eliminar estas falhas. têm impacto econômico considerável nas instalações, aumento das despesas com energia, envelhecimento dos materiais, perdas de produtividade, entre outros.

~~Tal contexto justifica a necessidade de busca por soluções que~~ reduzam ou eliminem estas falhas. ~~As harmônicas têm impacto econômico considerável nas instalações, aumento das despesas com energia, envelhecimento dos materiais, perdas de produtividade.~~

De acordo com Antunes, Leão e Sampaio (2014, p.15) a Harmônica foi definida em acústica como a vibração de um fio ou coluna de ar, com frequência múltipla e diferente da fundamental, provocando distorção na qualidade do som resultante. Fenômenos semelhantes ocorrem na Engenharia Elétrica, deformações das tensões e correntes elétricas também tem sido registrada. Neste caso, os fundamentos físicos e matemáticos utilizados naquela área da física ~~podem ser imediatamente aplicados às questões elétricas.~~ (Antunes, Leão e Sampaio, 2014, p.15).

Atualmente as grandes empresas se tornaram autossuficientes na produção e geração de sua própria energia elétrica para consumo interno, e em alguns casos vendem o excedente para outros consumidores. Por este motivo, apareceu a necessidade de se destacarem como fornecedores de energia com qualidade. Em condições normais a energia deve ser fornecida com tensão puramente senoidal, frequência e amplitude constantes. No entanto, na prática

acontecem desvios significativos do que seria o ideal. Estas distorções de tensão são registradas com o uso da corrente alternada e têm sido atribuídas aos equipamentos elétricos com características não-lineares conectados à rede elétrica.

A determinação da harmônica e a sua eliminação, ou pelo menos redução, contribuem para uma melhor qualidade de energia. Para se adaptar à realidade do setor energético, problemas ambientais e custos na geração de energia elétrica dificultam novos investimentos, há necessidade de se obter o máximo de eficiência com a diminuição das perdas no sistema, isto é, deve-se melhorar a qualidade de energia do sistema. Uma forma de obter estes resultados é realizar o controle dos fluxos da potência ativa, reativa e harmônica. (TeixeiraEIXEIRA, (2009).

Como reduzir os ruídos causados na rede elétrica por uso de equipamentos eletrônicos de potência? Partimos da hipótese de que se faz necessário a instalação de filtros na rede elétrica, em especial do tipo retentor eletromagnético para diminuir os ruídos.

1.1. Objetivo

demonstrado uma análise da qualidade da energia na rede de uma empresa do interior paulista, bem como os resultados obtidos e após esta análise a implantação de um equipamento para melhoria deste processo.

Formatado: Recuo: Primeira linha: 0 cm, Espaço Depois de: 0 pt

4- ENERGIA ELÉTRICA E QUALIDADE REVISÃO DE LITERATURA

Conforme Deckmann e Pomilio (2017), tratar de conhecer os problemas é um dos objetivos deste artigo. Quando se tem uma ideia de como os problemas se manifestam, das suas causas, dos seus efeitos e das soluções usuais, fica mais fácil chegar a um diagnóstico correto. Conhecer as condições locais é fundamental para levantar corretamente as hipóteses que levam às causas do problema. As circunstâncias locais muitas vezes interferem na forma em que os sintomas se apresentam ao observador.

Por exemplo, o afundamento da tensão pode ser a causa da falha na partida de um motor (dimensionamento errado do alimentador) ou a consequência (curto-circuito no enrolamento, falta de fase, etc.).

Já no cenário europeu, na mesma época (Chapman, 2001), os custos estimados associados com vários tipos de distúrbios chegariam a 1,5% do PIB. Além dos números serem elevados, estima-se que tais custos continuariam a subir rapidamente não fossem tomadas medidas saneadoras. Isso se deve aos efeitos cumulativos que a perda de qualidade pode impor, seja através da redução da vida útil de dispositivos, limitação da capacidade efetiva dos equipamentos, mau funcionamento de máquinas além das perdas elétricas em si. Mesmo com o maior rigor nas normas, não existe indicação precisa de que tenha ocorrido melhoria sensível no cenário.

De acordo com Gama e Oliveira (1999), a qualidade de energia elétrica pode ser definida como a ausência relativa de variações de tensão provocadas pelo sistema da concessionária, particularmente a ausência de desligamentos, flutuações de tensão, surtos e harmônicos (este último pelo lado do cliente), medidos no ponto de entrega de energia (fronteira entre as instalações da concessionária sob o ponto de vista do consumidor).

Dugan et al (2003), conceituam a qualidade de energia elétrica como sendo qualquer problema manifestado na tensão, corrente ou frequência que resultará em falha ou operação inadequada em equipamento de consumidores. Definem os principais problemas associados à qualidade de energia elétrica:

1) Transitórios

- Impulsivo: impulso sem alteração na frequência de estado permanente da tensão e corrente, sendo unidirecional.
- Oscilação: oscilações sem alteração na frequência de estado permanente da tensão e corrente, ocorrendo em valores positivos e negativos.

2) Variações de tensão de longa duração

- Sobretensão: aumento no valor eficaz da tensão em 10% ou mais para uma duração mínima de 1 minuto.
- Subtensão: diminuição no valor eficaz da tensão em 10% ou mais para uma duração mínima de 1 minuto.
- Interrupção sustentada: quando a tensão de alimentação permanece em zero por um período maior que 1 minuto.

3) Variações de curta duração

- Interrupções: tensão de alimentação ou corrente de carga esteja abaixo de 0,1 pu por um período menor que 1 minuto.

- “Sags”: diminuição para valores entre 0,1 e 0,9 pu da tensão ou corrente eficaz para durações entre 0,5 ciclo e 1 minuto.

- “Swell”: aumento para valores entre 1,1 e 1,8 pu da tensão ou corrente eficaz para durações entre 0,5 ciclo e 1 minuto.

4) Desbalanceamento

- Desvio máximo da média das três tensões ou correntes de fase dividido pela média das três tensões ou correntes de fase, expresso em porcentagem. A melhor análise seria através de componentes simétricas, pois a taxa de componentes de sequência negativa e positiva em relação à sequência positiva daria o desbalanceamento para um dado sistema.

5) Distorção da forma de onda

- DC offset: presença de tensão ou corrente contínua no sistema elétrico.

- Harmônicos: tensões ou correntes de frequências múltiplas à fundamental presentes na forma de onda de tensão ou corrente.

- Inter harmônicos: tensões ou correntes em frequências não inteiras à fundamental presentes na forma de onda de tensão ou corrente.

- Notching: distúrbio periódico de tensão causado pela operação de componentes eletrônicos de potência quando ocorre comutação de uma fase para outra.

- Ruído: sinais indesejáveis em grandes frequências, abaixo de 200 kHz, superpostas a tensão ou corrente nos condutores de fase.

6) Flutuação de tensão

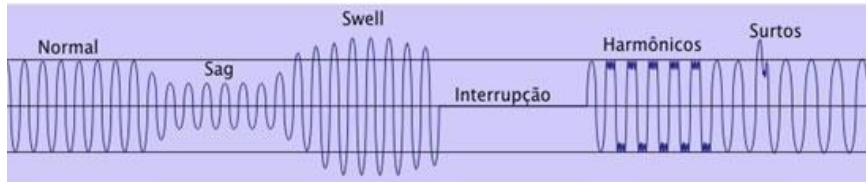
- Variações sistemáticas na tensão cuja amplitude não exceda a faixa de 0,9 a 1,1 pu do valor eficaz de tensão.

7) Variações na frequência da rede

- Desvios na frequência fundamental da rede. Flicker seria um fenômeno associado a este problema, caracterizando-o como uma flutuação na iluminação.

A figura 1 demonstra a forma de onda ideal e os principais tipos de distúrbios que afetam a qualidade da energia.

Figura 1 - Principais distúrbios que afetam a qualidade da energia



Fonte: Eletron Energia 2017.

Gama (1999) e EFEI (2001) analisaram as medidas adotadas pelo PROCEL na gerência pelo lado da demanda e atuação no uso final e seu impacto na distorção harmônica. Destacam quatro itens:

1) Controladores de velocidade variável: com a possibilidade de economia de energia e gerência do controle dos fluxos de potência, apresenta, em alguns casos, harmônicos bastantes significativos.

2) Lâmpadas fluorescentes compactas: a substituição de lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes compactas, visando economia, injeta níveis substanciais de harmônicos nos sistemas de distribuição secundária além de contribuir para a diminuição do fator de potência.

3) Instalação de bancos de capacitores: visando a melhoria do fator de potência, uma instalação mal executada sem uma análise crítica acerca dos harmônicos circulantes no sistema, provoca problemas de qualidade de energia, tais como: amplificação do conteúdo harmônico presente no sistema; estabelecimento de condições de ressonância harmônica; queima prematura dos bancos de capacitores devido ao aquecimento de unidades capacitivas sob condições harmônicas.

4) Controladores de intensidade luminosa: visando também economia, este dispositivo piora o fator de potência e aumenta a injeção de harmônicos no sistema elétrico.

1.1. Harmônicas

1.2.

Dentre as cargas não lineares podemos destacar as seguintes: retificadores, fontes de tensão chaveadas, acionadores de velocidade variável, fornos a arco, dispositivos saturáveis, laminadores, entre outros. Estes equipamentos comportam-se como fontes de correntes harmônicas.

A poluição harmônica gerada por cargas não-lineares, neste caso acionador de velocidade variável (inversor de frequência), pode causar problemas significativos de distorção harmônica. Esta poluição não está restrita somente aos ambientes industriais, mas também está presente em ambientes residenciais e comerciais. Ademais, o fluxo da corrente harmônica pelo sistema resulta em uma série de efeitos indesejáveis, tais perdas pelo aquecimento em máquinas rotativas, interferência nos mecanismos de operação de equipamentos de proteção, problemas de ressonância e aumento das perdas por aquecimento em banco de capacitores ~~paralelos~~ [\(Tparalelos Teixeira EIXEIRA, \(2009\).](#)

Segundo Dias (2002) reatores eletrônicos utilizados para iluminação fluorescente, são os maiores causadores de harmônicas nas instalações comerciais, onde a iluminação é responsável por 40 a 60% da carga elétrica consumida.

A distorção de tensão e corrente é analisada matematicamente através dos estudos das ondas não senoidais periódicas. Nestas condições, sabe-se que qualquer onda que possua em seu conteúdo distorções ou frequências com amplitude diferente da fundamental, pode ser decomposta de acordo com a série de Fourier, em uma componente de mesma frequência que a da onda resultante distorcida que é chamada de "Onda Fundamental", e em outras ondas senoidais de frequências múltiplas da fundamental, que, como em acústica, receberam a denominação de "HARMÔNICAS". A ferramenta matemática utilizada no cálculo desses índices de amplitude e ângulo das harmônicas é denominada de FFT (Fast Fourier Transformer) ou Transformada Rápida de Fourier ~~_(Garcia, (2000).~~

A história das séries de Fourier ilustra como a solução de um problema físico acaba gerando novas fronteiras na matemática. Fourier foi levado a desenvolver suas séries ao estudar a propagação de calor em corpos sólidos. Admitindo que essa propagação deveria se dar por ondas de calor e levando em conta que a forma mais simples de uma onda é uma função senoidal,

Fourier mostrou que qualquer função, por mais complicada que seja, pode ser decomposta como uma soma de senos e cossenos.

Fazendo-se o uso desta técnica para análises, a mesma apresentou-se como vantajosa para aplicações em sistemas lineares, onde cada componente harmônica pode ser considerada separadamente e a distorção final determinada pela superposição das várias componentes constituintes do sinal distorcido. Atualmente, estuda-se novas formas matemáticas de decomposição e quantificação dos índices harmônicos presentes nos sinais distorcidos, como por exemplo a Transformada Wavelett entre outras. No entanto o nosso estudo se baseará na FFT que é mais comumente usada e encontrada e é atualmente empregada na grande maioria dos medidores e analisadores de energia disponíveis comercialmente. Visando entender melhor a decomposição de uma forma de onda distorcida, em função da existência de cargas não lineares no sistema.

A caracterização da presença de harmônicos pode ser feita através do tratamento individual ou total das mesmas. Nestas circunstâncias surgem as seguintes definições:

- **Distorção harmônica individual:** dada pela relação entre a amplitude da tensão harmônica e a correspondente tensão fundamental. No tocante a esta última podem ser encontradas três definições. A primeira corresponde ao valor real de operação obtido no instante da medição, a segunda consiste em utilizar a tensão nominal do barramento considerado e, finalmente, a terceira utiliza um valor de referência constante e definido pelo usuário. De forma análoga, os conceitos podem ser estendidos para as correntes. Entretanto, quanto ao valor a ser definido como corrente fundamental, este deverá ser igual ao nominal para o ponto de medição ou, alternativamente, adotado como a corrente de carga para a demanda máxima. Estas opções visam contornar os problemas oriundos quando baixos carregamentos são impostos aos pontos de medição.

- **Distorção harmônica total:** esta definição tem por meta gerar uma variável representativa da ação conjunta de todas as frequências harmônicas presentes nos sinais de tensão ou corrente. Desta forma, a mesma é expressa por uma composição quadrática das distorções individuais, fato este que resulta numa distorção eficaz resultante.

Em se tratando de sistemas elétricos trifásicos equilibrados, quando a decomposição de uma forma de onda de tensão ou corrente distorcida, as ordens harmônicas advindas desta decomposição em termos de componentes simétricos:

Fundamental (1º Harmônico)	=> Sequência (+)
2º Harmônico	=> Sequência (-)
3º Harmônico	=> Sequência (0)
4º Harmônico	=> Sequência (+)
5º Harmônico	=> Sequência (-)
6º Harmônico	=> Sequência (0)
7º Harmônico	=> Sequência (+)
8º Harmônico	=> Sequência (-)
9º Harmônico	=> Sequência (0)

e assim sucessivamente.

Em sistemas significativamente desequilibrados, cada harmônico pode ser decomposto em três componentes simétricos, ou seja, sequência positiva, sequência negativa e sequência zero.

Na prática, nos perguntamos muitas vezes quais harmônicas devem ser medidas e reduzidas?

Em redes residenciais, comerciais e industriais, as harmônicas que encontramos com maior frequência e, portanto, os mais problemáticos, são as harmônicas de ordem ímpar. Acima da ordem 50, as intensidades harmônicas são desprezíveis e a sua medida não é significativa. Assim sendo, uma precisão de medida aceitável obtém-se considerando as harmônicas até a ordem 30. As empresas de distribuição de energia elétrica medem, geralmente, as harmônicas de ordem 3, 5, 7, 11 e 13. A compensação das harmônicas até a ordem 13 é imperativa e uma boa compensação terá em conta as harmônicas até a ordem 25.

A existência de indicadores permite quantificar e avaliar a distorção harmônica das ondas de tensão e de corrente.

Estes são:

- O fator de potência.
- O fator de crista.
- A potência de distorção.

- O espectro em frequência.
- A taxa de distorção harmônica.

1.2. Filtro de harmônicas

21.3 Filtro de harmônicas

Segundo Garcia (S/D), Fonte????

a amplitude de uma ou mais correntes ou tensões harmônicas, em uma determinada parte do sistema. Todavia, as instalações que apresentam problemas de perturbações harmônicas normalmente necessitam de compensação reativa. Os filtros quando conectados em paralelo com o sistema e próximos às fontes harmônicas, proverão potência reativa a frequência fundamental. Isto significa que dois aspectos se entrelaçam na determinação de filtros harmônicos: o desempenho de filtragem e a compensação reativa.

~~Quanto à filtragem, as correntes oriundas das cargas especiais fluirão para o interior dos filtros e também penetrarão o sistema de corrente alternada, em magnitudes que dependerão da relação de absorção das frequências consideradas. O padrão de filtragem desejado pode ser obtido através da combinação de elementos capacitivos, indutivos e resistivos, formando braços de filtros sintonizados ou amortecidos, em combinações variadas. O desempenho de filtragem é determinado pelos efeitos das variações de frequência e da temperatura ambiente.~~

Os filtros sintonizados são circuitos ressonantes formados por elementos resistivos (R), elementos indutivos (L) e elementos capacitivos (C) em série ou em combinações série-paralela destes elementos de circuito. Nestes filtros, os elementos capacitivos e indutivos são escolhidos de modo que os circuitos apresentem uma, duas ou três frequências de ressonância.

Os filtros amortecidos são circuitos formados por elementos R, L e C, em diferentes combinações, que oferecem baixa impedância sobre uma larga faixa de frequência. Estes circuitos são empregados para filtrar correntes de ordens harmônicas elevadas. Na frequência fundamental, a exemplo dos filtros sintonizados, os filtros amortecidos apresentam impedância predominantemente capacitiva. Já nas frequências superiores, eles são essencialmente resistivos.

1.3. Retentor eletromagnético

2.4 Retentor eletromagnético

O Retentor Eletromagnético é um equipamento que foi desenvolvido através de pesquisas sobre os processos físicos da espectromia e da eletrotecnia na empresa Somatec Blocking.

Seu sistema é dotado de uma Centralina com duplo comando para interpretação eletrodinâmica das correntes elétricas, com a função de desviar para o aterramento as alterações decorrentes de eventos criados pela própria natureza energética, disponibilizando energia uníssona e sem a presença de intervenientes múltiplos, que além de prejudicar equipamentos eletroeletrônicos e eletromecânicos, causam o aumento de energia elétrica.

Sua ação interfere firmemente na formação de espectros lineares, inibindo sua progressão, não permitindo a expansão da amplitude dos harmônicos da classe ímpar, a partir da 3ª escala.

Principais benefícios do Retentor Eletromagnético:

- Proteção de máquinas, equipamentos e lâmpadas contra avarias causadas por elevação súbita de tensão produzidas por manobras das concessionárias ou por descargas atmosféricas;
- Redução sensível no desarme de disjuntores, pois aterrada toda e qualquer sobrecarga que possa tornar o desarme ocorrente;
- Adequação dos harmônicos de rede a níveis não interferentes, eliminando os efeitos nocivos da DHT, eliminando aquecimento de cabos, transformadores, motores e outros equipamentos;

O equipamento não tem participação no circuito elétrico, ou seja, por ele não entra ou sai energia como em um filtro. O retentor eletromagnético, é instalado em paralelo à rede em situação passiva. Sua função é executar a interpretação eletrodinâmica das correntes, desviando para o solo os resíduos nocivos aos sistemas elétricos das plantas onde são instalados.

O equipamento possui quatro blocos de sistemas eletrônicos assim dispostos:

BLOCO I – Através de Varistores anti-reflexivos, fazer a adequação dos harmônicos de rede a níveis não interferentes. Sua ação corrige as distorções presentes no tracejamento senoidal, distúrbio gerado pelos próprios equipamentos internos.

BLOCO II – O equipamento possui dois bancos de capacitores miniaturizados, sendo o primeiro, com função estanque, ou seja, com admissão máxima de frequência e tensão de exatos 60 Hz a tensão nominal de 220, 380, ou 440 volts. Valores acima desses montantes por excitação eletromagnética, através do segundo banco são direcionados ao aterramento. Como exemplo, se em determinado momento, a energia a 220, estiver sendo fornecida a 280 Volts, a corrente de 220 passa para o consumo e a corrente excedente dos 60 volts é aterrada.

BLOCO III – Os supressores de surtos oferecem grande capacidade de absorção de corrente e baixa tensão residual, em tempo de resposta muito rápido, e por estar conectado a um aterramento a solo profundo, funciona como para raio de linha, não permitindo que os equipamentos sejam atingidos por descargas atmosféricas.

BLOCO IV – A placa CI é idêntica à placa de um rádio. Sua função é fazer a captação dos sinais, ruídos presentes nas linhas, enviando-os para o solo através do aterramento conectado ao Retentor Eletromagnético.

2. ~~3~~ ESTUDO DE CASO

— Este trabalho apresenta um estudo de caso desenvolvido em uma empresa do interior paulista tendo por objetivo analisar se o uso de filtros na rede elétrica auxilia na redução dos ruídos causados por harmônicas.

Como objetivos ~~Objetivos Específicos~~ específicos definiu-se:

~~Como objetivos específicos, esse artigo se propõe à:~~

- II. Análise da rede elétrica
- III. Identificação dos impactos causados por harmônicas
- IV. Instalação dos filtros na rede
- V. Análise da rede elétrica após instalação dos filtros

2.

2.1. Metodologia

2. ~~3~~ Metodologia

vão de alguns segundos a alguns minutos, para períodos de observação na rede, alguns poucos dias. Os valores requeridos são:

Formatado: Fonte: Não Itálico

A amplitude das harmônicas de tensão e corrente;

A distorção individual harmônica de cada ordem, tanto para corrente quanto para tensão;

A distorção total harmônica tanto para corrente quanto para tensão;

Quando for pertinente, a defasagem entre as harmônicas de tensão e corrente da mesma ordem e a fase das harmônicas com relação a uma referência comum (por exemplo, a tensão fundamental).

2.2. Coleta de dados

3.2. Analisadores Digitais

Foram definidas etapas para o desenvolvimento do trabalho, que iniciou por uma ampla revisão bibliográfica a respeito do tema, considerando como palavras-chave: Harmônicas, qualidade de energia, eficiência energética. xxxxxxxx cite ao menos 3.

Em seguida foi realizado um estudo de caso cujas redes utilizou. As análises das redes foram feitas xxxxxx, para isso utilizou-se os analisadores digitais que são Figura 2, que ao fazer a medição e estes mostram tanto os efeitos instantâneos das harmônicas quanto os que são produzidos em longo prazo. Este analisador possui microprocessadores que calculam os valores dos indicadores de harmônicas de fator de potência, fator de crista, potência de distorção e distorção total de harmônicas (THD). Oferecem múltiplas funções adicionais de correção, detecção estatística, gestão de medição, visualização e comunicação.

Figura 2 - Analisador de redes digital trifásico



Foram escolhidos dois pontos distintos para análise da rede. Um ponto com carga trifásica resistiva e que apresentava sinais de distorção na qualidade de energia, e outro ponto com carga trifásica resistiva que não apresentava alterações. O equipamento ficou instalado durante uma semana em cada ponto.

O analisador nos fornece valores de tensão, corrente, potência ativa, potência aparente, potência reativa, fator de potência e distorção harmônica total.

- Potência Ativa: é a potência que realmente produz um trabalho na carga, sua unidade de medida é o KW.
- Potência Reativa: é a potência perdida em dissipação de calor, sua unidade de medida é o KVAR.
- Potência Aparente: é a soma da potência ativa com a reativa, sua unidade de medida é o KVA.
- Fator de Potência: é a relação entre potência ativa e reativa.
Indica a eficiência com a qual a energia está sendo usada.
- Distorção harmônica total (THD): distorção do sinal de entrada em porcentagem.

No primeiro ponto foram encontradas distorções harmônicas totais (THD) de 1ª e 5ª ordem conforme mostra a Tabela 1.

	<u>Fase R</u>	<u>Fase S</u>	<u>Fase T</u>
<u>Tensão (V)</u>	<u>127,08</u>	<u>127,07</u>	<u>127,07</u>
<u>Corrente (A)</u>	<u>145,69</u>	<u>145,68</u>	<u>145,68</u>
<u>Potência Ativa (kW)</u>	<u>18,415</u>	<u>18,414</u>	<u>18,414</u>
<u>THD I (%)</u>	<u>22,989</u>	<u>22,989</u>	<u>22,985</u>
<u>THD V (%)</u>	<u>8,000</u>	<u>8,000</u>	<u>7,998</u>

Fonte: Autores, (2018).

No segundo ponto não foram encontradas distorções harmônicas, conforme mostrado na tabela 2.

Tabela formatada

Formatado: À esquerda, Recuo: Primeira linha: 0 cm

Formatado: Fonte: 10 pt

Formatado: Fonte: 10 pt

Formatado: Recuo: Primeira linha: 0 cm

Tabela 2 - Carga trifásica ponto 2

	Fase R	Fase S	Fase T
<u>Tensão (V)</u>	<u>220,03</u>	<u>220,05</u>	<u>220,02</u>
<u>Corrente (A)</u>	<u>128,08</u>	<u>128,05</u>	<u>127,95</u>
<u>Potência Ativa (kW)</u>	<u>28,16</u>	<u>28,16</u>	<u>27,94</u>
<u>Potência Aparente (KVA)</u>	<u>48,774</u>	<u>48,775</u>	<u>48,393</u>
<u>Potência Reativa (KVAR)</u>	<u>39,93</u>	<u>39,93</u>	<u>39,93</u>
<u>Fator de Potência</u>	<u>0,99</u>	<u>0,99</u>	<u>0,99</u>

Fonte: Autores, -(2018).

2.2.1. Definição do tipo de filtro

3.2.1.

Dentre os tipos de filtros apresentados acima, optou-se pelo uso do retentor eletromagnético. Segundo o fabricante, além de minimizar os distúrbios causados por THD, o equipamento também proporciona economia no consumo de energia elétrica do sistema.

Resultados BENEFÍCIOS (Ou Vantagens e Desvantagens)

No primeiro ponto foi instalado o retentor eletromagnético e a rede foi analisada por uma semana. Os resultados estão na Tabela 3.

Tabela 3 - Carga trifásica ponto 1

	Fase R	Fase S	Fase T
<u>Tensão (V)</u>	<u>127,07</u>	<u>127,06</u>	<u>127,07</u>
<u>Corrente (A)</u>	<u>125,69</u>	<u>125,68</u>	<u>125,68</u>
<u>Potência Ativa (kW)</u>	<u>15,875</u>	<u>15,874</u>	<u>15,874</u>
<u>THD I (%)</u>	<u>12,990</u>	<u>12,987</u>	<u>12,986</u>
<u>THD V (%)</u>	<u>5,123</u>	<u>5,322</u>	<u>5,399</u>

Fonte: Autores, -(2018).

Tabela formatada

Formatado: Fonte: 10 pt

Formatado: À esquerda, Recuo: Primeira linha: 1,25 cm

Formatado: Fonte: 10 pt

Formatado: Centralizado

Formatado: Fonte: Não Negrito, Itálico

Formatado: Fonte: Não Negrito, Itálico

Formatado: Justificado, Espaço Depois de: 0 pt, Espaçamento entre linhas: 1,5 linhas

Formatado: Não Realce

Formatado: Fonte: 10 pt, Não Itálico, Cor da fonte: Automática

Formatado: Centralizado, Recuo: À esquerda: 1,25 cm, Manter com o próximo

Formatado: Fonte: 10 pt, Não Itálico, Cor da fonte: Automática

Formatado: Fonte: 10 pt, Não Itálico, Cor da fonte: Automática

Formatado: Fonte: 10 pt, Não Itálico, Cor da fonte: Automática

Tabela formatada

Formatado: Centralizado

Formatado: Fonte: 10 pt

Formatado: À esquerda, Recuo: À esquerda: 1,25 cm, Primeira linha: 1,25 cm

Formatado: Fonte: 10 pt

Formatado: Fonte: 10 pt

No segundo ponto também foi instalado o retentor eletromagnético e a rede foi analisada por uma semana. Os resultados estão na Tabela 4.

Tabela 4 - Carga trifásica ponto 2

	Fase R	Fase S	Fase T
Tensão (V)	220,01	220,01	220,00
Corrente (A)	108,11	107,08	106,97
Potência Ativa (kW)	23,76	23,54	23,32
Potência Aparente (KVA)	41,153	40,772	40,203
Potência Reativa (KVAR)	34,12	33,66	33,2
Fator de Potência	0,99	0,99	0,99

Tabela formatada

Fonte: Autores, (2018).

2.28.

Para cada análise realizada foram somadas potência ativa e reativa de cada fase a fim de se obter os valores totais para o circuito, os totais obtidos foram somados de forma fasorial a fim de se obter a potência aparente e o fator de potência total em cada ensaio conforme as Tabelas 5 e 6.

Formatado: Fonte: 10 pt, Não Negrito, Não Realce

Formatado: Fonte: 10 pt, Não Negrito, Não Realce

Formatado: Recuo: À esquerda: 0 cm

Formatado: Fonte: 10 pt, Não Negrito, Não Realce

Formatado: Recuo: À esquerda: 0,75 cm, Espaço Depois de: 0 pt, Espaçamento entre linhas: 1,5 linhas, Sem marcadores ou numeração

Tabela 5 - Carga trifásica ponto 1

Descrição		Valor sem	Valor com o	Diferença percentual (%)
		o Retentor	retentor	
Soma algébrica das potências por fase	Potência Ativa (kW)	55,243	47,623	-13,7
Média entre os valores das fases	THD V (%)	8,000	5,281	-33,9
	THD I (%)	22,988	12,987	-43,5

Formatado: Centralizado

Formatado: Fonte: 10 pt, Não Itálico, Cor da fonte: Automática

Formatado: Centralizado, Manter com o próximo

Formatado: Fonte: 10 pt, Não Itálico, Cor da fonte: Automática

Formatado: Fonte: 10 pt, Não Itálico, Cor da fonte: Automática

Formatado: Fonte: 10 pt, Não Itálico, Cor da fonte: Automática

Tabela formatada

Formatado: Recuo: Primeira linha: 0,75 cm

Formatado: Fonte: 10 pt

Formatado: Normal, Justificado, Recuo: Deslocamento: 0,25 cm, Espaçamento entre linhas: 1,5 linhas

Formatado: Fonte: 10 pt

Formatado: Fonte: 10 pt, Não Negrito

Fonte: Autor, (2018).

Tabela 6 - Carga trifásica ponto 2

Descrição		Valor sem o Retentor	Valor com o retentor	Diferença percentual (%)
Soma algébrica das potências por fase	Potência Ativa (kW)	84,26	75,29	-10,65
	Potência Reativa (kVAR)	113,79	100,98	-11,26
Soma fasorial das potências ativa e reativa	Potência Aparente (kVA)	145,94	122,13	-16,04
	Fator de Potência	0,9936	0,9982	0,46

Fonte: Autores, (2018).

Após a instalação do retentor eletromagnético no ponto 1, obteve-se uma redução de 13,7 % no consumo de energia, redução de 33,9% na THD de 5ª ordem e 43,5% de redução na THD de 1ª ordem.

No ponto 2 não havia problema com THD, mas decidimos instalar o retentor eletromagnético para comprovar sua capacidade de reduzir o consumo de energia. Neste ponto foi constatado uma redução de 10,65% no consumo de energia.

4-3. 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A energia elétrica tem um valor significativo nos custos de uma empresa. Além de seu custo elevado, a forma com que a energia elétrica é fornecida, ou seja, sua qualidade ou a ausência dela, pode trazer transtornos como consumo elevado, manutenção e reposição precoce de equipamentos avariados.

Portanto, eliminar distúrbios decorrentes de eventos que surgem entre a geração, o transporte e a forma como a energia elétrica é consumida, são primordiais para garantir um bom desempenho energético da empresa.

Neste estudo foi possível constatar que a redução é significativa, na ordem de 13,7% no consumo de energia.

O custo de aquisição dos retentores eletromagnéticos foi de R\$ 8240,00. O custo da energia é de R\$ 0,40 o Kwh. O consumo de energia no ponto 1 tem uma média de 39600 Kwh por mês, no ponto 2 uma média de 60480

Tabela formatada

Formatado: À esquerda, Recuo: Primeira linha: 0 cm

Formatado: Normal, Recuo: À esquerda: 0 cm, Primeira linha: 2,5 cm

Formatado: Fonte: Não-Negrito

Formatado: Justificado, Espaço Depois de: 0 pt, Espaçamento entre linhas: 1,5 linhas

Formatado: Normal, Justificado, Espaçamento entre linhas: 1,5 linhas, Sem marcadores ou numeração

Formatado: Fonte: Negrito

Formatado: Justificado, Espaço Depois de: 0 pt, Espaçamento entre linhas: 1,5 linhas

Formatado: Recuo: Primeira linha: 0 cm

Kwh mês, sem o uso do retentor, tendo um custo total de R\$ 15840,00 no ponto 1 e R\$ 24192,00 no ponto 2.

Com a instalação do retentor eletromagnético obtivemos os seguintes valores médios de consumo, no ponto 1 de 33840 Kwh mês e no ponto 2 de 54000 Kwh mês. O custo da energia no ponto 1 foi de R\$ 13536,00 e no ponto 2 R\$ 21600,00. Comparando os valores com e sem o retentor eletromagnético, temos uma economia de R\$ 4896,00. Portanto em 2 meses se obtém o retorno do investimento.

[ALVES, A. C. B.. **Análise de problemas e procedimentos na determinação de filtros harmônicos**, Dissertação de Mestrado – UFU- Uberlândia – MG, 1991.](#)

[ANTUNES, Fernando; SAMPAIO, Raimundo; LEÃO, Ruth. **Harmônicos em Sistemas Elétricos**. Rio de Janeiro: Editora Elsevier,1. Ed, 2014.](#)

[BOLLEN, M. H. J.. **What is power quality? Eletric Power Systems Reasearch**, 66, 2003, pags. 5-14.](#)

[DIAS, Guilherme. **Harmônicas em Sistemas Industriais**. Porto Alegre: Edipucrs, 2. Ed, 2002.](#)

[DUGAN, R.C. et all. **Electrical Power Systems Quality**. McGrawHill, second edition, 2003.](#)

[GAMA, P. H. R. P. e OLIVEIRA, A., **Conservação de Energia e sua relação com a qualidade de Energia Elétrica**, XV SNPTEE – Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica \(1999\), Brasil.](#)

[GARCIA, Flávio. **Harmônicos em sistemas elétricos de potência**. São Paulo: Capacitores Inepar, 1 Ed, 2000.](#)

[HAPMAN, David: **Costs – The Cost of Poor Power Quality: Power Quality Application Guide**, Version 0b; Copper Development Association <http://www.cda.org.uk>; United Kingdom, November 2001.](#)

[KIMBARK, E.W.. **Harmonics and filters. In: Direct Current Transmission**. New York, J. Wiley, 1971, Chapter 8, p. 295-289.](#)

[6-M.MCGRANAGHAN, B. Roettger. **Economic Evaluation of Power Quality**. IEEE Spectrum Vol.22, No.2, Fev 2002.](#)

Formatado: Justificado, Espaço Depois de: 0 pt, Espaçamento entre linhas: 1,5 linhas

Formatado: Português (Brasil)

~~Capa Diálogo de Políticas de Inovação em Minas Gerais: Uma Análise de Políticas de Inovação em um Sistema Industrial. 2009.p.13. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2009.~~

FACULDADE DE AGUDOS - FAAG

**ANDRÉ LUIZ DE CASTRO SILVA
FLAVIO LUCAS ESPOSTO**

**SULFITAÇÃO E OZONIZAÇÃO NO PROCESSO DE CLARIFICAÇÃO DO CALDO
DE CANA PARA FABRICAÇÃO DE AÇUCAR**

**AGUDOS- SP
2018**

FACULDADE DE AGUDOS - FAAG

ANDRÉ LUIZ DE CASTRO SILVA

FLAVIO LUCAS ESPOSTO

**SULFITAÇÃO E OZONIZAÇÃO NO PROCESSO DE
CLARIFICAÇÃO DO CALDO DE CANA PARA FABRICAÇÃO
DE AÇUCAR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Examinadora do Curso Engenharia de Produção, Faculdade de Agudos, sob orientação do Prof^a. Dr^a. Mariana Falcão Bormio.

AGUDOS- SP

2018

**ANDRÉ LUIZ DE CASTRO SILVA
FLAVIO LUCAS ESPOSTO**

**SULFITAÇÃO E OZONIZAÇÃO NO PROCESSO DE CLARIFICAÇÃO DO CALDO
DE CANA PARA FABRICAÇÃO DE AÇUCAR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Examinadora do Curso de engenharia de produção, Faculdade de Agudos - FAAG, sob orientação do Prof.^a Dra. Mariana falcão Bormio.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dra. Mariana falcão Bormio.

Agudos, dezembro de 2018.

DEDICATÓRIA

Dedicamos nosso trabalho primeiramente a Deus, que nos abençoou muito e nos deu força para continuar até onde estamos hoje. Aos nossos familiares, por nos ensinarem a retidão do caminho. Aos mestres, que com sua paciência, antes de nos ensinarem, fizeram-nos aprender. Aos nossos colegas de classe, pelo convívio fraternal e familiar. A Todos, nosso, MUITO OBRIGADO!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecemos a Deus, o centro e o fundamento de tudo em nossas vidas, por renovar a cada momento nossas forças e disposição e pelo discernimento concedido ao longo dessa jornada.

A nossas famílias pelo apoio, incentivo e dedicação ao longo deste curso que o caminho muitas vezes foi complicado e árduo, mas que sem o apoio incondicional de nossos entes queridos seria impossível chegarmos até aqui. Que sempre nos mostraram que seríamos capazes. Familiares amamos vocês. Obrigado.

Aos nossos colegas, que ao longo do curso foram muito especiais, ajudando uns aos outros, motivando-nos a continuar com persistência e muita alegria, por toda cumplicidade, porque em vocês encontramos verdadeiros irmãos. Há vocês queridos amigos nosso carinho eterno.

Aos queridos professores que com tanto zelo e inteligência nos passaram seus conhecimentos nos quais hoje podemos desfrutar. Por toda paciência, atenção, amizade, respeito na qual fez de nós pessoas melhores. Que todos vocês ao longo de vossas vidas continuem transmitindo todo conhecimento que nos ajudaram a chegarmos até aqui. Saúde, sucesso e vida longa aos mestres.

RESUMO

Esta pesquisa teve por objetivo apresentar e comparar dois diferentes métodos de clarificação do caldo de cana de açúcar, sulfitação e ozonização, destacando que apesar de ambos resultarem em produtos com a mesma qualidade, o segundo processo propicia mais segurança para seus consumidores por ser mais saudável e para o meio ambiente por contribuir na redução da emissão de poluentes atmosféricos. A técnica de pesquisa é a de documentação indireta, com revisão bibliográfica sobre o tema proposto.

Palavras-Chave: cana de açúcar, sacarose, clarificação, sulfitação, ozonização.

ABSTRACT

This research aimed to present and compare two different methods of clarifying the sugarcane juice, sulfation and ozonation, noting that although both result in products with the same quality, the second process provides more safety for its consumers for being healthier and for the environment by contributing to reduce the emission of atmospheric pollutants. The research technique is indirect documentation, with bibliographical revision on the proposed theme.

Key-words: sugar cane, sucrose, clarification, sulphitation, ozonization.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: fluxograma do processo de produção do açúcar	14
Figura 2: Fluxograma tratamento do caldo	15
Figura 3: Glicose – cadeia fechada e cadeia aberta	18
Figura 4 Colunas de Sulfitação.....	19
Figura 5 ilustra o sistema de sulfitação do caldo para produção de açúcar.....	20
Figura 6 Síntese de ozônio pelo método de descarga elétrica.	25
Figura 7 Mecanismo de ação do ozônio nos microrganismos.	27
Figura 8 Sistema de Ozonização	28
Figura 9 Sistema de geradores de ozônio.	30

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR - Norma Brasileira

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA	14
2.1 Processos Produtivos Do Açúcar	14
2.2 Açúcares Redutores	18
3 PROCESSO DE SULFITAÇÃO DO CALDO DE CANA	19
3.1 Sulfitação.....	19
3.1.1 Vantagens Do Processo De Sulfitação.....	22
3.1.2 Desvantagens Do Processo De Sulfitação.....	23
4 OZONIO	24
4.1 Propriedades Físico – Químicas	24
4.2 Síntese do Ozônio.....	24
4.3 Estabilidade em meio aquoso	25
4.4 Efeito Germicida	26
4.5 Efeitos do ozônio na Saúde Humana	27
5 CLARIFICAÇÃO DO CALDO DE CANA POR OZONIZAÇÃO.....	28
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
7 REFERÊNCIAS.....	34

1 INTRODUÇÃO

A clarificação do caldo de cana de açúcar tem como objetivo a obtenção de um caldo com menor coloração e turbidez e conservar a quantidade de sacarose presente anteriormente na cana. Após a clarificação, o caldo é evaporado e concentrado para a formação dos cristais de sacarose, e então seco para ser armazenado e não sofrer deterioração. (BOSCARIOL, 2005).

No Brasil, são produzidos diversos tipos de açúcar, sendo os principais: VHP (Very High Polarization), que é destinado ao mercado externo e trata-se de um açúcar bruto produzido sem a utilização de enxofre, sendo a principal matéria-prima para as refinarias no exterior; os diversos tipos de cristal branco, com cor variando de 100 a 300 Icumsa; o refinado amorfo, que pode ser produzido por diversos tipos de clarificação como carbonatação, sulfitação e ozonização, que é o açúcar de consumo doméstico no Brasil (BOSCARIOL, 2005).

De acordo com Araújo (2007) a maioria das usinas que produz o açúcar branco utiliza a sulfitação como método principal no processo do tratamento da clarificação do caldo de cana, e produz o uso de um gás, obtido pela combustão controlada do enxofre, o SO_2 , também conhecido por vários nomes como gás sulfuroso, anidrido sulfuroso e dióxido de enxofre. O dióxido de enxofre é uma substância muito tóxica e tem proporcionado vários danos ao ser humano e ao meio ambiente, por ser cancerígeno, muito poluente, provocador de chuvas ácidas, destruidor da camada de ozônio e altamente corrosivo.

Segundo Gasil (2004) o ozônio é uma forma alotrópica de oxigênio, sua fórmula química é O_3 . É um gás à temperatura ambiente, incolor, altamente instável em qualquer estado e devido a sua instabilidade tem alto poder de desinfecção e oxidação, sendo altamente solúvel em água a sua solubilidade pode ser afetada pela temperatura, pressão e a presença de contaminantes. É produzido naturalmente na estratosfera pela ação dos raios ultravioletas sobre as moléculas de oxigênio. A ozonização é uma técnica que tem sido sugerida na literatura recente, como um potencial alternativo para a descoloração. Oferece ainda eficiência satisfatória, apresentando um caldo de pouca cor.

Iremos então fazer um levantamento em campo, elaborar uma análise dos equipamentos, fazer o levantamento teórico, elaborar o texto, revisar a versão final e corrigir. Utilizamos várias técnicas de pesquisa nesse trabalho. A técnica que

se faz necessária durante a pesquisa é a documentação indireta, com revisão bibliográfica sobre o tema proposto. Documentação indireta: Dentro das técnicas de pesquisa usaremos através da pesquisa documental e bibliográfica.

2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

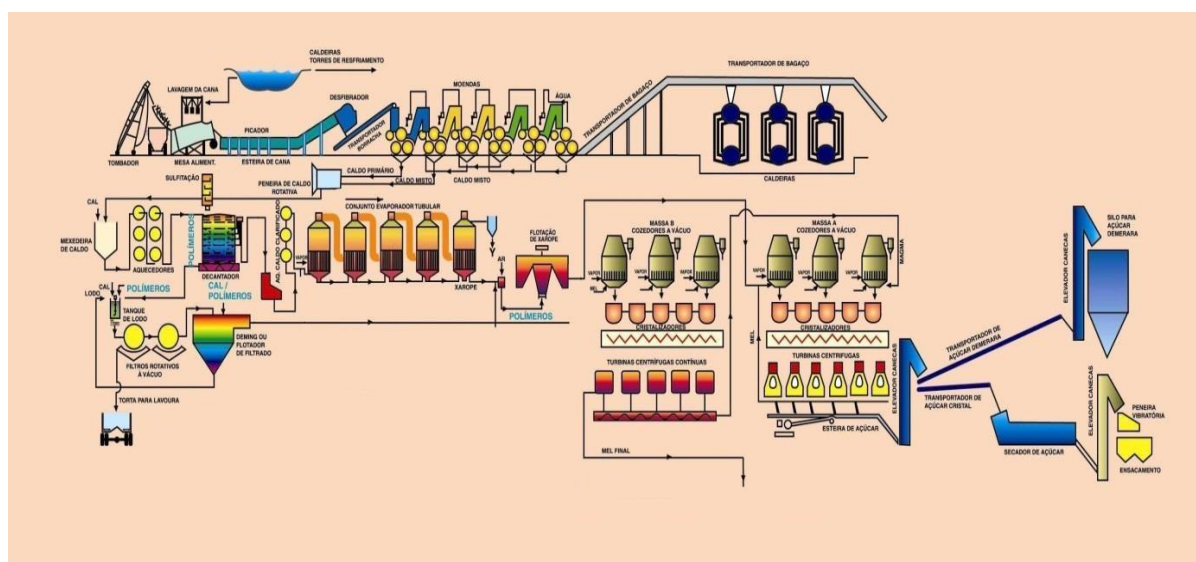
2.1 Processos Produtivos Do Açúcar

Na usina sucroalcolera, a cana é descarregada por um guincho hilo, e conduzida por conjunto de esteira metálica projetada para retirada de impurezas e transporte da matéria prima, para evitar o desgaste precoce das moendas. Logo após sua limpeza a cana é conduzida através de esteiras rolantes para os picadores e desfibradores, sendo esta etapa conhecida também como “preparação da cana”.

Após a preparação da cana é feito o esmagamento da cana pelos ternos da moenda, no qual é extraída a sacarose. Em uma primeira moenda sofre duas compressões: uma entre o cilindro superior e o anterior e, outra entre o rolo superior com o posterior. O caldo produzido no primeiro terno das moendas é chamado de caldo primário, o qual é utilizado na fabricação do açúcar (PAYNE, 1989 e SANTOS 2006).

A Figura 1 apresenta um fluxograma do processo de produção do açúcar, visando proporcionar maior percepção do mesmo, ressaltando principalmente a importância da etapa de clarificação do caldo.

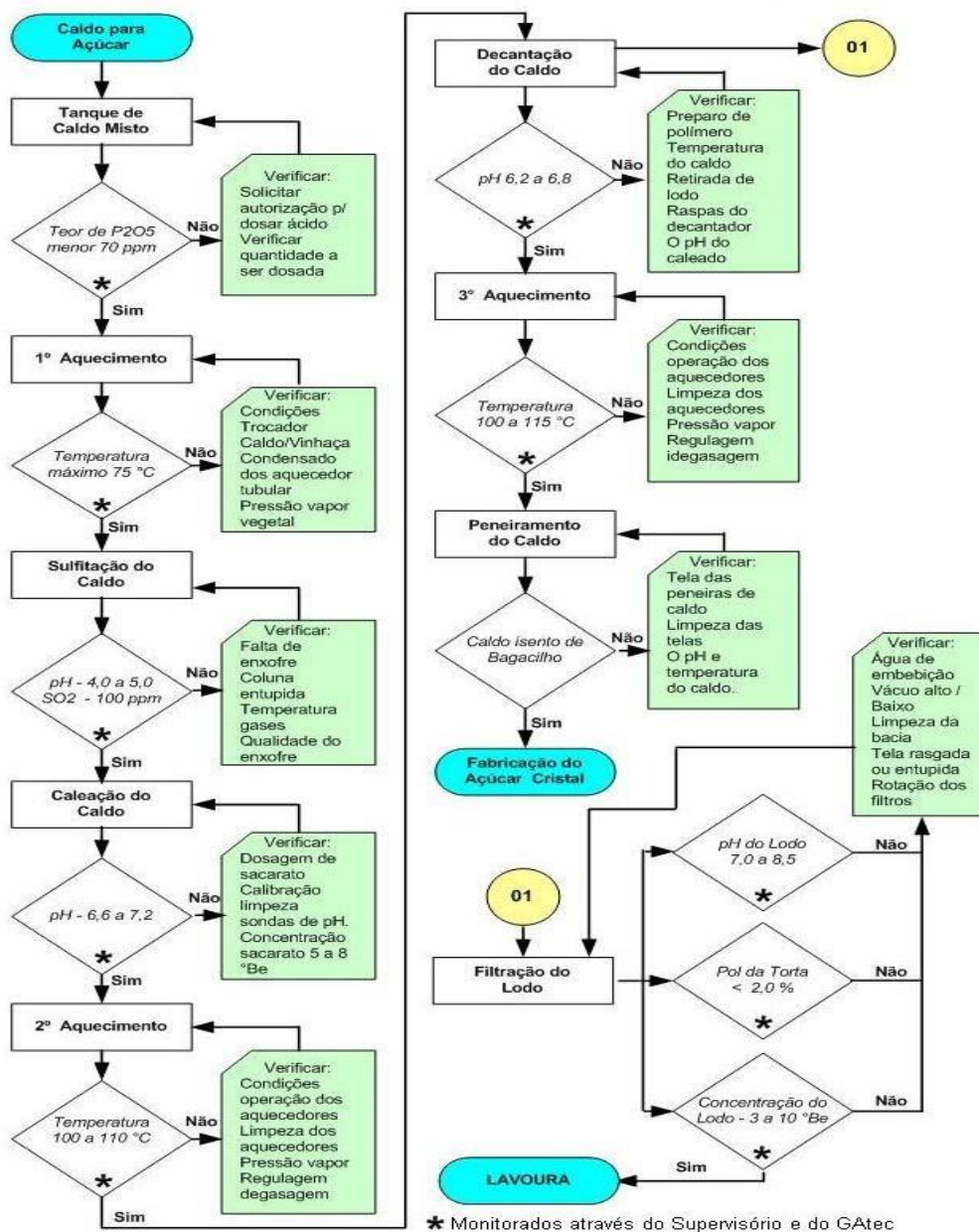
Figura 1: fluxograma do processo de produção do açúcar



Fonte: COPERSUCAR, 2001.

A Figura 2 mostra o fluxograma do tratamento do caldo.

Figura 2: Fluxograma tratamento do caldo



Fonte: Coopersucar, 2001.

De acordo com Payne (1989) e Santos (2006), o objetivo do tratamento do caldo é eliminar parte das impurezas (terras, bagacilhos e materiais corantes) que interferem na qualidade final do açúcar, como por exemplo: cor, resíduos insolúveis e cinzas, entre outros. O caldo primário segue para um tanque

onde é medido o teor de P_2O_5 (pentóxido de difosforo). Se menor que 70 ppm, fazer a dosagem de Ácido fosfórico para correção. O caldo é bombeado para o primeiro aquecimento na temperatura de no máximo 75 °C.

Segundo Payne (1989) e Santos (2006) o caldo é sulfitado com dióxido de enxofre (SO_2) para auxiliar na coagulação das matérias coloidais, na formação de precipitados que farão o arraste de impurezas durante a sedimentação e na desinfecção do caldo. Por fim, é caleado com leite de cal ($Ca(OH)_2$), para também coagular parte do material coloidal, precipitar certas impurezas e neutralizar o pH.

O segundo aquecimento atinge uma temperatura de 100 a 110 °C. Este aquecimento proporciona a redução da viscosidade e densidade do caldo e acelera a velocidade das reações químicas, agrupando as impurezas na forma de pequenos flocos. Os sais formados são insolúveis a altas temperaturas, possibilitando a sua decantação (PAYNE, 1989 e SANTOS, 2006).

De acordo com Payne (1989) e Santos (2006) para eliminar o ar dissolvido no caldo e que pode ser arrastado para o caldo clarificado os bagacilhos, realiza-se um flasheamento. Aplica-se um floculante para decantação que é um polímero de alto peso molecular e aniônico, pois os sais formados nas reações químicas são de polaridade positiva.

Segundo Payne (1989) e Santos (2006) este processo tem o objetivo de promover o agrupamento dos flocos já formados, tornando-os maiores e mais pesados, acelerando a velocidade de precipitação dos flocos, que diminui o tempo de retenção nos decantadores que é muito alto. É na decantação que ocorre a precipitação dos flocos formados, eliminados pelo fundo do decantador na forma de lodo.

O caldo clarificado sai pela parte superior das bandejas, já isento da maioria das impurezas encontradas no caldo primário ou misto ou seja, nos decantadores ocorre apenas a separação física entre o caldo e as impurezas (flocos formados), sendo que a qualidade do caldo clarificado depende mais dos tratamentos químicos e térmicos efetuados antes, do que a própria decantação (PAYNE, 1989 e SANTOS, 2006).

De acordo com Payne (1989) e Santos (2006) o caldo clarificado é submetido ao terceiro aquecimento onde irá atingir uma temperatura entre 110 a 115° C. Na peneira, o bagacilhos do caldo que a decantação não conseguiu eliminar é retirado. O aumento de resíduos insolúveis no açúcar indica se o peneiramento está

sendo eficiente. O processo seguinte é o da filtração onde o lodo é retirado dos decantadores, pois contém ainda uma grande quantidade de sacarose, portanto, essa sacarose deve ser recuperada e separada das impurezas na forma de caldo conhecido como caldo filtrado.

E esse é o objetivo dos filtros rotativos a vácuo. Feito o tratamento deste caldo, e que está entre 100 a 115°C, segue então para a pré-evaporação do caldo. O processo de evaporação consiste na retirada de água do caldo que é a primeira etapa de fabricação de açúcar. Neste processo, o caldo passa por evaporadores, que utilizam vapor de escape (vapor que sai das caldeiras). Nos 1º, 2º, 3º e 4º efeitos utilizam vapor vegetal, proveniente do efeito anterior, como energia térmica e são constituídos de pré-evaporadores, onde o caldo é concentrado com a eliminação de água (PAYNE, 1989 e SANTOS, 2006).

De acordo com Payne (1989) e Santos (2006) a partir desse ponto o caldo é chamado de “xarope”. O próximo processo é o da flotação. O xarope produzido é enviado para o flotador onde ocorre a separação das impurezas contidas. Neste momento, o xarope recebe uma dosagem de fosfato (P_2O_5) e é aquecido a aproximadamente 85 °C. A partir daí, é feito um processo de aeração (microbolhas de ar), e recebe uma determinada dosagem de polímero. O xarope flotado vai para os cozedores a vácuo.

Estes equipamentos realizam e controlam a cristalização do açúcar por meio da evaporação. Nesta etapa ocorre a transformação física do produto, que resulta em cozimento da massa A e massa B, que é uma mistura de méis com cristais de sacarose. A cristalização é a parte mais importante dentro das operações de cozimento, ou seja, o início da formação do cristal, onde depende a qualidade do açúcar (PAYNE, 1989 e SANTOS, 2006).

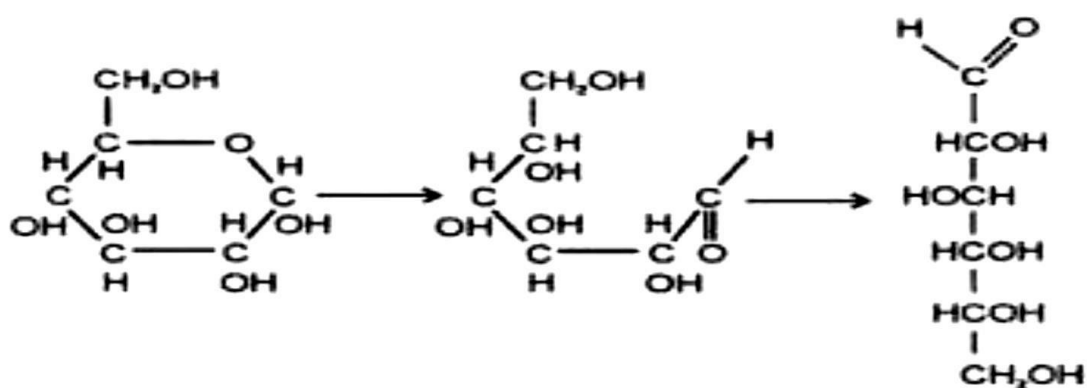
Segundo Payne (1989) e Santos (2006) a cristalização pode ser chamada também de granagem e pode ser feita por três métodos: granagem de espera, granagem por choque e granagem por semente. Após ocorrer a cristalização o açúcar passa pelos cristalizadores, centrífugas e vai ao secador. Logo após vai para o armazém para ser envasado, como pode ser visualizado no processo de produção de açúcar. Na etapa de clarificação do caldo existe a utilização de enxofre, material altamente tóxico e corrosivo visto que o enxofre continua existindo no produto final, ou seja, no açúcar em forma de resíduo.

2.2 Açúcares Redutores

A glicose e a frutose são os principais monossacarídeos encontrados no caldo de cana-de-açúcar. A fórmula molecular de ambos é $C_6H_{12}O_6$, entretanto difere em sua conformação estrutural, enquanto a glicose possui um anel contendo 6 átomos de carbono, piranose, a frutose possui anel contendo apenas 5 átomos de carbono, furanose (OETTERER; REGINATO-D'ARCE; SPOTO, 2006).

Na figura 3 mostra a cadeia fechada e a cadeia aberta de glicose.

Figura 3: Glicose – cadeia fechada e cadeia aberta



Fonte: ALBUQUERQUE, 2010.

Tanto a glicose como a frutose, em meio alcalino, possuem o anel rompido e reagem participando, por exemplo, de reações de escurecimento não enzimáticas, onde se combinam com aminoácidos, gerando produtos coloridos (Reação de Maillard). Na produção de açúcar clarificado a presença destes açúcares redutores no caldo é indesejada, pois estes são transformados em ácidos orgânicos escuros e coloridos em temperaturas próximas a $100^{\circ}C$ e pH igual a 8 (SOUZA, 1988; OETTERER; REGINATO-D'ARCE; SPOTO, 2006; CASTRO; ANDRADE, 2007).

3 PROCESSO DE SULFITAÇÃO DO CALDO DE CANA

3.1 Sulfitação

Processo no qual ocorre a formação de gás sulfuroso (SO_2), através da combustão do enxofre, sendo utilizado para clarificação do caldo de cana, e consiste, em promover o contato do caldo com o gás para sua absorção.

A Figura 4 mostra onde ocorre este processo, chamado de coluna de sulfitação.

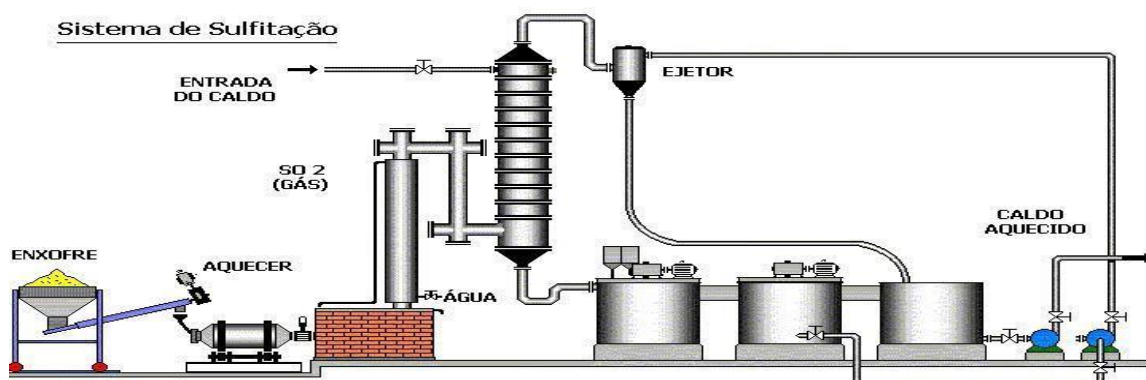
Figura 4 Colunas de Sulfitação.



Fonte: Próprio autor, 2018.

A figura 5 mostra o sistema de obtenção do gás SO_2 a partir da queima do enxofre nos fornos em estado sólido, o gás será utilizado no processo de sulfitação para clarificar o caldo.

Figura 5 ilustra o sistema de sulfitação do caldo para produção de açúcar.

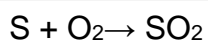


Fonte: Site Geocities, 2013.

A desinfecção é uma etapa indispensável ao processo de clarificação do caldo de cana-de-açúcar. Contudo, para a produção do açúcar cristal, a maioria das indústrias ainda utiliza a sulfitação como etapa auxiliar na clarificação do caldo de cana-de-açúcar (SINDALCOOL, 2010).

Esta etapa tem por finalidade a redução do pH, auxiliando a precipitação e a remoção de proteínas do caldo, a diminuição da viscosidade, a formação de complexos com açúcares redutores, impedindo a sua decomposição e controlando a formação de compostos coloridos em meios altamente alcalinos, além da desinfecção do caldo (CHEN; CHOU, 1993).

O dióxido de enxofre adicionado ao caldo é resultante da queima do enxofre elementar em presença de ar, de acordo com a reação



Equação 1: Obtenção do gás SO_2

De acordo com Souza (1988) e Hamerski (2009) o controle da umidade do ar que entra nos fornos de enxofre é importante, pois, em presença de água, o enxofre queima, formando o trióxido de enxofre, SO_3 , ao invés do dióxido de enxofre, SO_2 . Quando em contato com o caldo, o SO_3 transforma-se imediatamente em ácido sulfúrico, H_2SO_4 , prejudicial ao processo. Dessa forma, é imprescindível a

etapa de secagem do ar empregado na queima do enxofre. A umidade do ar é retirada fazendo com que o mesmo passe sobre uma camada de CaO, que possui afinidade com a água e a absorve.

A ação do dióxido de enxofre, SO₂, ao caldo apresenta duas principais funções: a primeira é a eliminação de materiais corantes, propriedade comum a todos os ácidos, e a segunda é a possível transformação dos sais férricos, resultantes do contato direto com equipamentos como tanques, tubulações e moendas, em compostos ferrosos incolores (SOUZA, 1988; HAMERSKI, 2009).

A etapa de sulfitação reduz o pH dos caldos, para valores compreendidos entre 3,8 e 4,2. Assim é preciso neutralizar o meio para que a hidrólise da sacarose não ocorra. Para isso é adicionado uma solução de hidróxido de cálcio, está além de neutralizar o pH do caldo, tem por finalidade a formação do sulfito de cálcio, o qual funciona como um centro aglutinador de substâncias indesejáveis ao processo (SOUZA, 1988 e HAMERSKI, 2009).

O processo de sulfitação pode ser descrito de forma reduzida a seguir. Inicialmente, o SO₂ gasoso ao ser borbulhado no caldo é absorvido pela água até atingir o ponto de equilíbrio formando o ácido sulfuroso, que acidifica o meio segundo a reação.



Equação 2: Formação do ácido sulfuroso

De acordo com Albuquerque (2010), a combustão ocorre em fornos fixos ou rotativos, onde ocorre à formação do SO₂, um gás incolor de odor sufocante. A combustão ocorre em uma temperatura que gira em torno de 400 °C, não podendo ultrapassar 900 °C, pois ocorrerá a sublimação do enxofre. Deve-se controlar a temperatura do gás na saída do forno, entre 300 e 350 °C, para evitar a formação de ácido sulfúrico. Com a formação de H₂SO₄ ocorre a corrosão de equipamentos das tubulações, gerando custo e manutenção. Para controlar a temperatura após a saída do forno, o gás passa por camisas de resfriamento.

A temperatura do gás deve ficar entre 180 a 220 °C, para evitar a formação de sulfato de cálcio com a cal que é utilizada para correção do pH, e acima de 120 °C para evitar empedramento, devido a formação de sulfato de cálcio. Com a

formação de sulfato de cálcio, que é solúvel no caldo, o processo de decantação não o retira, causando incrustações nos evaporadores. Também acarreta no consumo exagerado de enxofre e o aumento de teor de sais no caldo e cinzas no açúcar. Na formação de sulfito de cálcio, que é insolúvel no caldo, o sulfito é retirado na decantação (ALBUQUERQUE, 2010).

O processo de sulfitação deve ocorrer a quente. A 70 °C o sulfito de cálcio formado, se precipita quase que instantaneamente, não podendo ultrapassar de 75 °C, pois ocorre o aumento da taxa de inversão de sacarose. (COPERSUCAR, 2001).

3.1.1 Vantagens Do Processo De Sulfitação

A sulfitação atua como redutor de viscosidade. Alguns sais orgânicos de cálcio são decompostos pela ação do gás sulfuroso. Em decorrência, tem a formação de sulfito de cálcio e ácidos orgânicos. Pela decomposição dos sais de cálcio, a viscosidade dos xaropes e massas cozidas tem uma diminuição considerável. A ação do gás sulfuroso ajuda a eliminar partes das gomas e substâncias pécticas, diminuindo a viscosidade e facilitando uma posterior filtração (ALBUQUERQUE, 2010).

O gás sulfuroso atua como neutralizante, tem propriedades antissépticas e possui uma ação preservativa sobre o caldo. Atua sobre um dos poucos microrganismos o *Leuconostocmessengeroides*, que tem como meio primordial para a sua propagação o alcalino (ALBUQUERQUE, 2010).

A redução do pH provocado pela passagem do caldo em contato com o gás sulfuroso, auxilia a precipitação e remoção de proteínas do caldo. Promove, também, a formação de complexos com açúcares redutores, que impede a sua decomposição e controlam a formação de compostos coloridos em alcalinidade alta.

De acordo com Bobbio (1995), a reação de Maillard deve ser considerada de dois modos: como útil, quando os produtos da reação tornam o alimento mais aceitável justamente pela cor e sabor produzidos; prejudicial, quando pelos produtos resultantes da reação de Maillard, o sabor e cor do alimento não são aceitáveis. Nesta reação, pode ocorrer perdas de proteínas utilizáveis pelo homem.

De acordo com Bobbio (1995), esta reação vem sendo estudada há quase 100 anos, sem que se tenha chegado ao conhecimento completo de seu andamento. Tudo indica que a reação é muito complexa e que os produtos finais podem variar em função de diferentes caminhos que ela pode seguir.

Segundo Bobbio (1995), fatores que afetam a velocidade da reação de Maillard: Temperatura: a reação é lenta a baixas temperaturas e sua velocidade se duplica a cada aumento de 10°C entre 40° e 70°C. Efeito de catalisadores: a reação de Maillard é acelerada pela presença de ânions como: fosfato e citrato e, também, em menor escala por outros ânions orgânicos como o acetato.

De acordo com Bobbio (1995), esta reação pode ser praticamente inibida pela adição de SO₂ nos estágios iniciais da reação. O SO₂ poderia então, se adicionar a estruturas como a do 3,4-didesoxihexosulos-3-ene, formando um ácido sulfônico. O ácido sulfônico formado, sendo estável, interromperia a sequência de reações que leva às melanoidinas. O uso do SO₂, entretanto, pode levar a sabor e cheiro desagradáveis, bem como à destruição da vitamina B1 no alimento.

Considerando que a quantidade de SO₂ normalmente usada é muito pequena, partes por milhão, em relação ao total de carboidrato que irá reagir, a possibilidade de que a reação seja inibida por SO₂ seguindo o mecanismo de radicais livres parece mais apropriada (Bobbio, 1995).

3.1.2 Desvantagens Do Processo De Sulfitação

O enxofre tem um alto poder de corrosão em metais, reduzindo assim a vida útil de equipamentos e tubulações que tenham contato direto com este material. Sua utilização também libera dióxido de enxofre (SO₂) para a atmosfera, contribuindo para sua degradação. (DELGADO & CESAR, 1990).

O anidrido sulfuroso (SO₂) é uma substância muito tóxica e tem proporcionado vários danos ao ser humano e ao meio ambiente, por ser cancerígeno, muito poluente, provocador de chuvas ácidas, destruidor da camada de ozônio (ARAÚJO, 2007).

De acordo com Araújo (2007), ocorrem alguns inconvenientes causados pelo processo de sulfitação. As incrustações pelo acúmulo de sulfito de cálcio nas tubulações dos Aquecedores e o aumento de cinzas no açúcar final.

4 OZONIO

4.1 Propriedades Físico – Químicas

O ozônio é uma forma alotrópica instável do oxigênio, o qual foi descoberto pelo pesquisador europeu Schonbein, em 1839, produziu ozônio sintético a partir da eletrolise do ácido sulfúrico. A composição química do ozônio caracterizada pela forma tri atômica do oxigênio, foi estabelecida em 1872. Os três átomos de oxigênio da molécula do ozônio estão arranados em um ângulo obtuso, onde o oxigênio central é ligado a dois átomos de oxigênio equidistantes (ACHEN, YOUSEF, 2001).

O ozônio é cerca de cinquenta por cento mais denso que o oxigênio, apresenta-se como um gás incolor e de odor pungente, liquefaz-se a -112°C , possui ponto de congelamento de $-251,4^{\circ}\text{C}$, e sua decomposição ocorre rapidamente, sendo uma reação explosiva quando em temperaturas acima de 100°C , ou ambiental, na presença de catalisadores. Diferentemente do oxigênio que respiramos, o ozônio é instável e muito reativo. Assim, para sua utilização comercial, o ozônio deve ser produzido no local, pois, devido a sua instabilidade, não é possível armazená-lo (ACHEN, YOUSEF, 2001).

4.2 Síntese do Ozônio

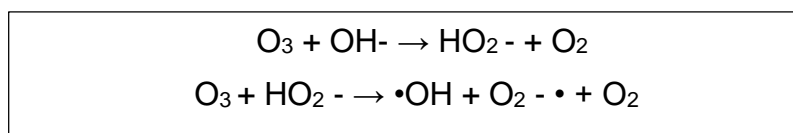
Os principais métodos para a síntese do ozônio consistem na exposição do O_2 à luz ultravioleta a 185nm e pela descarga eletroquímica. Na formação do ozônio, o oxigênio molecular é dissociado e o oxigênio livre resultante reage com outro oxigênio diatômico para formar a molécula tri atômica de ozônio. Portanto, para quebrar a ligação O-O requeresse uma grande energia. Na síntese de ozônio pelo método da luz ultravioleta, os átomos de oxigênio formados na foto dissociação do O_2 pela baixa radiação ultravioleta reagem com o O_2 para formar a molécula de ozônio (AKBAS, OZDEMIR, 2006).

O método de descarga eletroquímica, conhecido como efeito corona, é o mais utilizado, pois gera uma quantidade maior de ozônio com menor custo. No efeito corona, o ozônio é gerado quando uma corrente alternada de alta voltagem é

descarregada na presença de oxigênio. Um exemplo característico desse efeito é o que ocorre na natureza quando, em dias de tempestade, há grande produção de ozônio na atmosfera, devido às elevadas descargas elétricas provenientes dos relâmpagos. O gerador artificial de ozônio reproduz, de forma controlada e eficaz, este fenômeno natural, aliando alta tecnologia na área de materiais e eletroeletrônica avançada (AKBAS, OZDEMIR, 2006).

4.3 Estabilidade em meio aquoso

Sabe-se que, em fase aquosa, o ozônio é relativamente instável e decompõe-se facilmente na forma do oxigênio molecular (Equações 1 e 2).

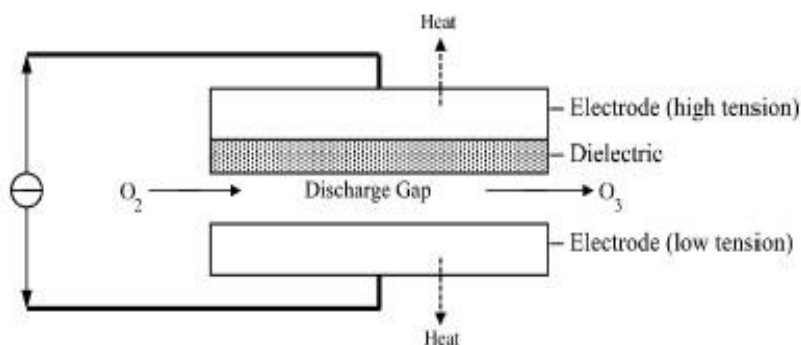


Equação 3: Estabilidade do ozônio em meio aquoso.

A estabilidade do ozônio em solução aumenta com a acidificação e redução de temperatura.

A figura 6 ilustra o processo de eletrolise na produção de ozônio.

Figura 6 Síntese de ozônio pelo método de descarga elétrica.



Fonte: Gasil, 2006.

4.4 Efeito Germicida

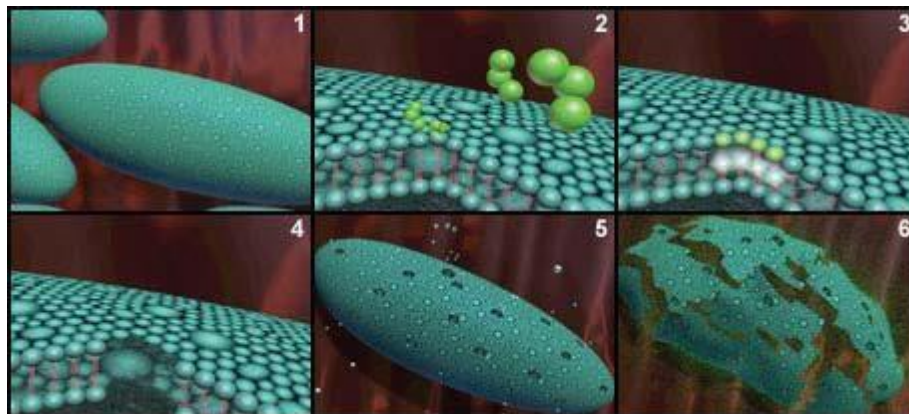
O efeito antimicrobiano do ozônio tem sido estudado e documentado para uma ampla variedade de microrganismos, incluindo bactérias Gram positivas e negativas, esporos e células vegetativas. Geralmente, essa substância é mais efetiva contra células vegetativas de bactérias do que em esporos ou fungos (da mesma forma que as bactérias Gram negativas são mais sensíveis ao ozônio do que as Gram positivas). O ozônio tem demonstrado ser eficaz na destruição de espécies de vírus, dentre os quais a encefalomielite venezuelana equina, hepatite A influenza. A estomatite vesicular e rinotraqueíte (AKBAS, OZDEMIR, 2006).

A inativação de bactérias pelo ozônio é um processo complexo, pois o ozônio ataca vários constituintes celulares como proteínas, lipídios insaturados e enzimas da membrana celular, peptoglicanas da parede celular, enzimas e ácidos nucleicos do citoplasma; além de proteínas e peptoglicanas da capa dos esporos bacterianos e capsídeos virais. Dessa maneira, o que basicamente diferencia o ozônio de outros agentes desinfetantes é seu mecanismo de destruição dos microrganismos (AKBAS, OZDEMIR, 2006).

O cloro, especificamente, atua por difusão através da parede celular, agindo sobre os elementos vitais localizados no interior da célula, como enzimas, proteínas, DNA e RNA. O ozônio, por apresentar uma capacidade de oxidação superior, age diretamente na parede da célula, causando sua ruptura e morte em menor tempo de contato, inviabilizando a recuperação dos microrganismos após o ataque. Com isso, dependendo do tipo de microrganismo, o ozônio pode agir até 3.125 vezes mais rápido do que o cloro na inativação celular (AKBAS, OZDEMIR, 2006).

A figura 7 ilustra a reação do ozônio em contato com a bactéria.

Figura 7 Mecanismo de ação do ozônio nos microrganismos.



1. Bactéria; 2. Parede celular em contato com ozônio; 3. Oxidação Da parede celular da bactéria; 4, 5 e 6. Ruptura e destruição da Bactéria.

Fonte: Snatural, 2006.

4.5 Efeitos do ozônio na Saúde Humana

Embora estudos demonstrem que os consumos de alimentos tratados com ozônio não causam qualquer efeito tóxico à saúde humana e de animais, é importante que haja o monitoramento e proteção das pessoas que trabalham na manipulação dessa substância na indústria e em outras atividades. Por ser volátil, o gás ozônio pode afetar o sistema respiratório e causar sintomas de toxicidade, como dor de cabeça, tontura, sensação de queimação na região dos olhos, irritação da garganta e tosse (ALMEIDA, 2004).

Em baixas concentrações, o ozônio não provoca sinais de toxicidade, mas em altas concentrações pode ser fatal aos humanos. Os níveis máximos de exposição ao ozônio, segundo a Associação Americana de Higiene Industrial (AIHA) e a Administração de Saúde e Segurança Ocupacional (OSHA), são de 0,2mg/m³ (0,1ppm em volume) por 8 horas ou 0,6mg/m³ (0,3ppm em volume) durante 10 minutos. No entanto, um indivíduo pode detectar o cheiro característico do ozônio em concentrações de 0,02-0,1mg/m³ (0,01 a 0,05ppm) (ALMEIDA, 2004).

5 CLARIFICAÇÃO DO CALDO DE CANA POR OZONIZAÇÃO.

A ozonização é um processo de clarificação do caldo da cana na qual sua função como sendo um dos mais fortes oxidantes é atuar junto às impurezas do caldo ou através de reações de oxirredução no xarope, nessas reações o ozônio rompe as duplas ligações existentes nos compostos orgânicos que dão cor ao açúcar tornando – as ligações simples (ALBUQUERQUE, 2010).

A figura 8 apresenta os concentradores de oxigênio e secadores.

Figura 8 Sistema de Ozonização



Fonte: GASIL, 2006.

Devido a ligações simples que não absorvem luz visível, esse processo de oxidação das impurezas do caldo é estequiométrico, então exige uma quantidade de ozônio proporcional as impurezas no meio, sendo que na maioria dos casos, é muito elevado. Isto exige uma grande quantidade de oxigênio ou equipamento que gere oxigênio a partir do ar. No processo a dosagem do ozônio deve ser dosada a frio, pois na dosagem a quente sua degradação é quase imediata, não tendo tempo de reagir as matérias corantes (ALBUQUERQUE, 2010).

No processo de branqueamento de açúcar por utilização do ozônio, que é uma forma alotrópica de oxigênio, sua fórmula química é O_3 , à temperatura ambiente é um gás, é altamente instável em qualquer estado, incolor, e devido a sua instabilidade, tem alto poder de desinfecção e oxidação, sendo solúvel em água (GEOPROS, 2009).

A ozonização tem sido sugerida na literatura por ser uma alternativa para a clarificação do caldo de cana, sendo o promissor substituto do enxofre, é necessário à utilização de um catalisador eletrolítico para que na reação ocorra a formação da radical hidroxila. Trata-se de um equipamento para eletrossíntese do ozônio, utilizados em oxidação de compostos orgânicos no tratamento de clarificação do caldo de cana (GEOPROS, 2009).

O processo de clareamento com ozônio tem relação com o potencial de oxidação do gás, quase três vezes maior que o do cloro e duas vezes mais alto que o do enxofre. O resultado é um açúcar mais claro e sem resíduos, pois em contato com a água, o ozônio (O_3) volta a ser oxigênio (O_2) e água (GASIL, 2006).

O processo ocorre em quatro fases distintas:

- Primeira fase: Captação e tratamento do ar atmosférico através de compressores isentos de óleos, de secadores de ar e filtros coalescentes.
- Segunda fase: Separação do ar atmosférico e concentração do oxigênio e do argônio através da peneira molecular.
- Terceira fase: Transformação do oxigênio em Ozônio, através de catalisadores eletrolíticos, em regime contínuo de operação.
- Quarta fase: Utilização no Ozônio produzido no caldo a ser tratado.

No processo desenvolvido pela empresa GASIL (2006) a mistura de caldo de cana, Ozônio e Argônio, circula através de um catalisador eletrolítico que aumenta o potencial de oxidação para 3,07V (Volts). Como a sacarose presente no caldo é uma molécula orgânica e pode ser oxidada pela ação do Ozônio, fizemos ensaios de laboratório para evitar esta oxidação indesejada. Assim, foi determinado o percentual de argônio necessário na composição dos gases gerados com o intuito de evitar que a molécula da sacarose seja também oxidada pelo alto poder oxidante do Ozônio.

A figura 9 mostra os painéis geradores de ozônio produzidos por descargas elétricas em reatores de cristal e aço inox.

Figura 9 Sistema de geradores de ozônio.



Fonte: GASIL,2006.

As vantagens do processo de ozonização são:

- ✓ Redução dos precursores de cor, evitando o acréscimo de cor no período de estocagem;
- ✓ Redução das emissões de gases poluentes;
- ✓ Eliminação dos riscos com exposição ao enxofre;
- ✓ Redução do consumo de produtos químicos para floculação;
- ✓ Redução dos custos com paradas para limpeza e manutenção dos sistemas;
- ✓ Não é necessário manter área para estoque;
- ✓ O custo não varia mensalmente;
- ✓ Não é necessário controle de dosagem e volumes;
- ✓ Não existe desperdício ou contaminação de material;
- ✓ Não é necessário controle de validade;
- ✓ Compatibilidade ambiental;
- ✓ Produção de oxigênio e água como subprodutos do processo;
- ✓ Necessidade de apenas ar atmosférico e a energia elétrica como insumos;
- ✓ Redução das perdas em vazamentos ocasionais (ausência da ação corrosiva do enxofre);
- ✓ Redução do tempo morto nos processos industriais.

As desvantagens do processo de ozonização são:

Segundo Engenho Novo (2002), o processo de ozonização apresenta um grande inconveniente que é à elevadas quantidades de ozônio necessárias para se ter um processo eficiente de clarificação.

De acordo com Engenho Novo (2002), a principal desvantagem da utilização do ozônio é o alto custo para locação de novos equipamentos, ou seja, de instalar uma usina concentradora de O_3 , em substituição ao enxofre, mas para isso a linha de produção deve apresentar algumas modificações em relação a atual. Tais modificações seriam a instalação de equipamentos apropriados com alto índice de eficiência, utilizando-se uma mistura de oxigênio com argônio em proporção previamente dimensionada.

- ✓ Os novos equipamentos para a aplicação da nova tecnologia serão:
- ✓ Compressor de ar tipo parafuso isenta de óleo;

- ✓ Secador de ar por refrigeração;
- ✓ Tanque pulmão para armazenamento de ar comprimido;
- ✓ Usina concentradora de oxigênio com leito molecular misto (oxigênio e argônio);
- ✓ Tanque pulmão para armazenamento do gás produzido;
- ✓ Medidores de vazão para gases;
- ✓ Conjuntos de eletrolítico para a vazão correspondente a 150 ppm sobre a produção;
- ✓ Catalisador eletrolítico para a mistura de cana/ozônio/argônio;
- ✓ Quadros de comando elétrico e controle;
- ✓ Projetos de instalações;

Estes novos equipamentos deverão ser instalados no lugar onde está a enxofreira, substituindo assim o forno rotativo, colunas de sulfitação para dar melhores condições ao tratamento do caldo de cana-de-açúcar (GASIL, 2006).

Esta pesquisa teve por objetivo apresentar o processo de clarificação do caldo de cana de açúcar e apresentar dois diferentes métodos, visando a melhoria com a utilização do ozônio que permite um produto mais saudável e uma redução nos poluentes atmosféricos. Comprovar que com um novo método de processo podemos conseguir um produto com a mesma qualidade, porém com mais segurança para os seus consumidores e também para o meio ambiente. O novo método de ozonização para a clarificação do caldo de cana de açúcar conseguimos um açúcar mais saudável e também durante o processo uma redução de poluentes.

Foi feito um levantamento em campo, elaborar uma análise dos equipamentos, fazer o levantamento teórico, elaborar o texto, revisar a versão final e corrigir. Utilizamos várias técnicas de pesquisa nesse trabalho. A técnica que se faz necessária durante a pesquisa é a documentação indireta, com revisão bibliográfica sobre o tema proposto. Documentação indireta: Dentro das técnicas de pesquisa usaremos através da pesquisa documental e bibliográfica.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio da comparação dos métodos de sulfitação e ozonização para clarificação do açúcar e com base em levantamento bibliográfico, pode-se concluir que os dois sistemas possuem suas vantagens e desvantagens.

A sulfitação, apesar de ter os inconvenientes da degradação do açúcar, por trabalhar com pH baixo, provocar corrosão nos equipamentos e ser prejudicial à saúde humana e meio ambiente, é muito eficiente no aspecto em reduzir a cor do açúcar, na estabilidade do ganho adicional de cor na estocagem e nos baixos custos de manutenção.

O método de ozonização para clarificar o caldo ainda está sendo muito estudado. Porém, analisando as vantagens que este método tem mostrado, como redução da emissão de gases poluentes e a não existência de risco de contaminação dos materiais, é bem provável que futuramente haja um maior interesse das partes envolvidas em desenvolver meios que o torne mais viável economicamente.

Como principais vantagens para as indústrias que usam a ozonização além de ter um processo que não agride seus equipamentos a vantagem de ter um produto que pode ter um valor agregado maior justamente pelo fato de ser menos prejudicial a saúde do ser humano pois não há residual do seu agente clareador

A nível da gestão ambiental sendo o ozônio um gás totalmente compatível com a atmosférico portanto o ozônio pode ser chamado de sustentável pois na sua obtenção gerando H₂O e por fim após a sua utilização o ozônio ele se dispersa na atmosfera sem agredir o meio ambiente onde a indústria está situada, a qualidade do produto final está dentro de todas as especificações de mercado do açúcar branco para o consumo humano e com o diferencial de não ser prejudicial à saúde do seu consumidor

Como uma boa estratégia de marketing falando em produção sustentável e produto mais saudável.

7 REFERÊNCIAS

- ACHEN, M.; YOUSEF, A. E. Efficiency of ozone against *Escherichia coli* O157:H7 on apples. **J. Food Sci.**, v. 66, n. 9, p. 1380-1384. 2001.
- AKBAS, M. Y.; OZDEMIR, M. Effectiveness of ozone for inactivation of *Escherichia coli* and *Bacillus cereus* in pistachios. **Int. J. Food Sci. Technol.**, v. 41, n. 5, p. 513-519, 2006.
- ALBUQUERQUE, F. M. **Processo de Fabricação do Açúcar**. 2. ed. Recife: Universitária, 2010.
- AL-HADDAD, K. S. H.; AL-QASSEMI, R. A. S.; ROBINSON, R. K. The use of gaseous ozone and gas packaging to control populations of *Salmonella infantis* and *Pseudomonas aeruginosa* on the skin of chicken portions. **Food Control**, v. 16, n. five, p. 405-410, 2005.
- ALMEIDA, E. et al. Tratamento de efluentes industriais por processos oxidativos na presença de ozônio. **Quím. Nova**, v. 27, n. 5, p. 818-824, 2004.
- ARAÚJO, F. A. D.; Processo de clarificação do caldo de cana pelo método da bicarbonatação. **Revista Ciências e Tecnologia**. Ano 1, n. 1, p. 1-5, 2007.
- BOSCARIOL, F. C. DRD - Dedini Refinado Direto. Revista Opiniões. V. 06, n.16, 2005. Disponível em: <<http://www.revistaopinioes.com.br/aa/materia.php?id=298>>
- COPERSUCAR – COOPERATIVA DE PRODUTORES DE CANA, AÇÚCAR E ÁLCOOL DO ESTADO DE SÃO PAULO LTDA. Manual de controle químico da fabricação de açúcar. Piracicaba, 2001.
- DELGADO, A. A.; CESAR, M. A. A; **Elementos de tecnologia e engenharia do açúcar- de- cana**. Piracicaba, Departamento de Tecnologia Rural. ESALQ/USP, 1990. 452p.

ENGENHO NOVO TECNOLOGIA LTDA. **Processo de Flotação no Tratamento de Xarope de Açúcar**. 2002. Apostila.

GASIL – Gases e Equipamentos Siltons Ltda. Recife: Design Express, 2006. 10p.

GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas, Ano – 4, n 1, Jan Mar/2009, p.5971. Disponível em: <<http://revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/view/735/215>>.

PAYNE, J. H. **Operações unitárias na produção de açúcar de cana**. São Paulo: Editora Nobel – STAB, 1989. 280p.

SANTOS, L. M.; Manual para tratamento de caldo. Barra do Bugres- MT, 2006. 6p.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. Química de processamento de alimentos. 2º ed. São Paulo: livraria varela, 1995.

FAAG – FACULDADE DE AGUDOS

MARCOS ANTONIO FREITAS GRIFANTI

**TRATAMENTO DE ÁGUA PARA CALDEIRAS EM UMA EMPRESA DO SETOR
SUCROALCOOLEIRO DO INTERIOR PAULISTA**

**AGUDOS-SP
2018**

MARCOS ANTONIO FREITAS GRIFANTI

**TRATAMENTO DE ÁGUA PARA CALDEIRAS EM UMA EMPRESA DO SETOR
SUCROALCOOLEIRO DO INTERIOR PAULISTA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à FAAG – Faculdade de
Agudos, como parte dos requisitos para
obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia de Produção. Orientador: **Prof.
Me. João Victor Rojas Luiz**

**AGUDOS-SP
2018**

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente a Deus, pelo dom da vida e por ter me dado saúde, força e coragem durante toda esta caminhada.

Aos meus pais, que me incentivaram e apoiaram ao longo deste percurso.

Ao meu orientador, João Victor Rojas Luiz, pela constante ajuda e orientação neste trabalho, e contribuição fundamental na minha formação.

Agradeço a todos os professores, pelos ensinamentos durante a minha formação acadêmica.

Aos meus colegas de classe, que fizeram parte da minha formação.

E, por fim, a todos que fizeram parte dessa etapa decisiva em minha vida.

*“Conhecimento não é aquilo que você sabe,
mas o que você faz com aquilo que você
sabe.”*

(Aldous Huxley)

RESUMO

A água é um dos principais recursos renováveis e, devido à sua abundância na Terra, ela também tem um papel fundamental na sobrevivência das espécies. A água é um recurso indispensável também para a indústria, que a utiliza para diversos fins, como, por exemplo, nos sistemas de resfriamento e para a geração de vapor. O presente trabalho tem como objetivo apresentar a avaliação do comportamento físico-químico da água nas diferentes etapas do seu tratamento para a sua utilização na geração de vapor, com base em análises realizadas, e também descrever os processos de clarificação e desmineralização em uma empresa do setor sucroalcooleiro do interior paulista. As análises físico-químicas, realizadas nas amostras provenientes das diferentes etapas do processo de tratamento da água, tiveram o intuito de determinar a eficiência do tratamento da água na empresa, proveniente de duas plantas de desmineralização, com foco tanto no processo de clarificação como de desmineralização. O presente estudo ainda apresenta a importância do controle das análises físico-químicas para que se tenha a garantia de um bom tratamento da água que será utilizada nas caldeiras.

Palavras-chave: Tratamento de água. Clarificação. Desmineralização. Caldeira.

ABSTRACT

Water is a main renewable resources because of its abundance on Earth, it also has a fundamental role in the species survival. Water is also an indispensable resource for the industry, which uses it for various purposes, such as in cooling systems as steam generation. The present work aims to introduce the evaluation of the physico-chemical behavior of the water in different stages of its treatment for its use in the generation of steam, based on performed analysis, and also to describe the processes of clarification and demineralization in a sugar and alcohol company sector of the inland of São Paulo. The physico-chemical analyzes performed on the samples provided from different stages of the water treatment process had the purpose of determining the efficiency of the water treatment in the company from two demineralization plants, focusing both on the clarification process and demineralization. The present study also shows the importance of the control of the physicochemical analyzes to one that is guaranteed the good treatment of the water that will be used in the boilers.

Keywords: Water treatment. Clarification. Demineralization. Boiler.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema de uma caldeira aquotubular de dois tambores, adaptada com fornalha para queima de óleo.....	18
Figura 2 - Reação da resina de troca iônica R-H	24
Figura 3 - Reação da resina de troca iônica R-OH.....	24
Figura 4 - Reações da resina catiônica no processo de regeneração.....	25
Figura 5 - Reações da resina aniônica no processo de regeneração	26
Figura 6 - Incrustações nos tubos	27
Figura 7 - Tubo de caldeira aquatubular incrustado	27
Figura 8 - Pontos de corrosão na carcaça de uma caldeira	28
Figura 9 - Condutivímetro.....	29
Figura 10 - pHmetro	30
Figura 11 - Turbidímetro.....	30
Figura 12 - Espectrofotômetro	31
Figura 13 - Colorímetro	31
Figura 14 - Vidrarias.....	32

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Resultados das análises do pH da água do “Tanque de água filtrada”	37
Gráfico 2 - Resultados das análises do pH na saída da “Planta de desmineralização A”	37
Gráfico 3 - Resultados das análises do pH na saída da “Planta de desmineralização B”	38
Gráfico 4 - Resultados das análises do pH no “Tanque de água Desmi”	39
Gráfico 5 - Resultados das análises de turbidez da água do “Tanque de água filtrada”	40
Gráfico 6 - Resultados das análises de condutividade da água do “Tanque de água filtrada”	41
Gráfico 7 - Resultados das análises de condutividade na saída da “Planta de desmineralização A”	42
Gráfico 8 - Resultados das análises de condutividade na saída da “Planta de desmineralização B”	43
Gráfico 9 - Resultados das análises de condutividade no “Tanque de água Desmi”	44
Gráfico 10 - Resultados das análises de cloro livre da água do “Tanque de água filtrada”	45
Gráfico 11 - Resultados das análises de sílica na saída da “Planta de desmineralização A”	46
Gráfico 12 - Resultados das análises de sílica na saída da “Planta de desmineralização B”	47
Gráfico 13 - Resultados das análises de sílica no “Tanque de água Desmi” ...	48

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Síntese dos resultados.....	49
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Mg/L – Miligrama por Litro

NTU – Unidade Nefelométrica de Turbidez

PH – Potencial Hidrogeniônico

Ppb – Partes por Bilhão

μ S/cm – Microsiemens por Centímetro

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Tema	14
1.2 Problema	14
1.3 Hipótese	14
1.4 Justificativa	14
1.5 Objetivos	15
1.6 Metodologia	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 Caldeiras	17
2.2 Água	18
2.3 Impurezas da água	19
2.4 Clarificação	20
2.4.1 <i>Coagulação</i>	20
2.4.2 <i>Floculação</i>	21
2.4.3 <i>Decantação</i>	21
2.4.4 <i>Filtração</i>	22
2.5 Desmineralização	23
2.6 Água para geração de vapor	26
3 MATERIAIS E METODOS	29
3.1 Materiais utilizados	29
3.2 Coletas das amostras	32
3.3 Análises físico-químicas da água	32
3.3.1 <i>Determinação do pH - Potencial Hidrogeniônico</i>	32
3.3.2 <i>Determinação da turbidez</i>	33
3.3.3 <i>Determinação de condutividade</i>	33
3.3.4 <i>Determinação de cloro</i>	34
3.3.5 <i>Determinação de sílica</i>	34
4 RESULTADOS	36
4.1 Análises físico-químicas	36
4.2 pH - Potencial Hidrogeniônico	36
4.3 Turbidez	39
4.4 Condutividade	40

4.5 Cloro livre	44
4.6 Sílica	46
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
REFERÊNCIAS	51

1 INTRODUÇÃO

Devido às necessidades de redução dos impactos ambientais, associados às alterações ambientais ou efeitos ambientais, positivos ou negativos, e considerados significativos por meio da avaliação do projeto de qualquer empreendimento (BITAR; ORTEGA, 1998), as indústrias estão cada vez mais à procura da melhoria na qualidade, redução nos custos e novas tecnologias, de alternativas que minimizem esses possíveis impactos negativos ao meio ambiente.

Neste contexto, a água aparece como fator muito importante tanto para a população em geral, como também para a indústria, que a utiliza de diversas formas, seja como matéria-prima (água de processo), para resfriamento, para uso doméstico (sanitários e água potável) e na geração de vapor (água para caldeiras). De acordo com Bazzo (1995), a preferência pela utilização do vapor como fluido de trabalho é justificada pelo seu alto calor específico e pela ampla disponibilidade de água na indústria.

Atualmente, o vapor é amplamente utilizado, tanto para os serviços de aquecimento, quanto para serviços de acionamento mecânico, e sua aplicação é bem abrangente, atendendo às necessidades de diversos tipos de indústria (BAZZO, 1995).

Para que se tenha uma água adequada para geração de vapor, ou seja, água desmineralizada, é necessário que a mesma passe por diversos processos, sendo eles:

- Coagulação;
- Floculação;
- Decantação;
- Filtração;
- Filtro de carvão ativado;
- Desmineralização.

1.1 Tema

Tratamento de água para caldeiras em uma empresa do setor sucroalcooleiro do interior paulista.

1.2 Problema

O tratamento da água utilizada para a alimentação de uma caldeira é muito importante, pois, a operação segura e eficiente de uma caldeira é extremamente dependente da qualidade da água utilizada na mesma.

1.3 Hipótese

Parte-se da hipótese de que as análises físico-químicas no processo de tratamento das águas utilizadas nas caldeiras para geração de vapor é muito importante para que se evitem problemas como incrustações e corrosões.

1.4 Justificativa

O tratamento da água utilizada para alimentação das caldeiras é de fundamental importância, uma vez que possibilitará a geração de vapor para a indústria sem que ocorra diversos problemas nas caldeiras, como incrustação e corrosões. Para que se garanta a qualidade dessa água, é muito importante que se faça suas análises físico-químicas, em cada etapa do processo de tratamento.

1.5 Objetivos

Objetivo geral: Apresentar o processo de clarificação e desmineralização de água para as caldeiras em uma empresa do setor sucroalcooleiro do interior paulista e avaliar possíveis problemas no tratamento.

Objetivos específicos:

- Apresentar as etapas e procedimentos do tratamento de águas;
- Demonstrar a importância do tratamento das águas para as caldeiras;
- Realizar análise para comprovar a qualidade do tratamento de água na planta de pré-tratamento de água; e
- Realizar análise para comprovar a qualidade do tratamento de água nas plantas de desmineralização.

1.6 Metodologia

Como abordagem de pesquisa, foi utilizado o método hipotético-dedutivo, que basicamente busca unir dois métodos, o indutivo que tem como objetivo “chegar a conclusões mais amplas do que o conteúdo estabelecido pelas premissas nas quais está fundamentado” (MEZZARROBA; MONTEIRO, 2006, p.63), e o método dedutivo, que parte de uma generalização para uma questão mais particular. “Parte de princípios reconhecidos como verdadeiros e indiscutíveis e possibilita chegar a conclusões de maneira puramente formal, isto é, em virtude unicamente de sua lógica” (GIL, 2008, p. 9), acrescentando a racionalização do método dedutivo à experimentação do método indutivo.

Várias técnicas de pesquisa foram empregadas nesse trabalho, como, por exemplo, a documentação indireta. Dentro da documentação indireta, foi usada a pesquisa documental, que tem dois principais tipos de classificação: fontes primárias e fontes secundárias. Gil (2008) define a documentação primária como os que não receberam nenhum tratamento

analítico, como: documentos oficiais, reportagens de jornal, cartas, contratos, etc. A documentação secundária são os documentos que já foram analisados de alguma forma, como: relatórios de pesquisa, relatórios de empresas, tabelas estatísticas, entre outros.

Também foi utilizada a pesquisa bibliográfica, que é elaborada a partir de materiais que já foram publicados, como por exemplo: livros, artigos científicos, revistas, monografias, dissertações, teses e sites de internet, dando ao pesquisador a possibilidade de estar em contato com o máximo de material que já foi escrito acerca do assunto pesquisado.

Como apoio à documentação indireta, também foi empregada a documentação direta, por meio da pesquisa de campo, que segundo Lakatos e Marconi (1991, p.186), “é utilizada com o objetivo de conseguir informações e/ou conhecimentos acerca de um problema, para o qual se procura uma resposta, ou de uma hipótese que se queira comprovar, ou, ainda, descobrir novos fenômenos ou as relações entre eles”.

Foi usado o método quantitativo-descritivo, por meio da coleta e análise de dados, com o objetivo de entender quais são os impactos causados pelo fenômeno estudado, e o método exploratório, buscando levantar questões a respeito do problema estudado, pela análise dos dados que foram levantados.

Utilizou-se também a observação participante, que ocorre quando o pesquisador assume o papel de membro do grupo estudo, que é o caso dessa pesquisa, já que o pesquisador estará envolvido em todas as etapas, já que o local se trata de seu ambiente de trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Caldeiras

De acordo com Campos (2011), a caldeira é um equipamento de alta resistência que tem como função o aquecimento da água líquida até a transformação gasosa. Já de acordo com Altafini (2002), caldeira é o nome popular dado aos equipamentos que geram vapor, e tem uma grande aplicação no meio industrial e também na geração de energia elétrica. Portanto, nota-se que as caldeiras são equipamentos amplamente utilizados em diversos tipos de segmentos na indústria, com sua principal função sendo a geração de vapor.

Por exemplo, no setor sucroalcooleiro, para a geração de vapor, as caldeiras utilizam um subproduto da própria usina para queima, o bagaço de cana de açúcar (SOSA-ARNAO, 2007).

As caldeiras flamotubulares que também são conhecidas por caldeiras fogotubulares, são construídas de forma que o fogo e os gases quentes gerados na combustão circulem por dentro dos tubos e a água pelo lado de fora. Não é recomendada a utilização de valores superiores a 15 bar e 15.000 kg/h de vapor nesse tipo de caldeira, pois, para isso, seria necessária construir caldeiras flamotubulares com dimensões exageradas, o que é uma grande desvantagem em relação as caldeiras aquatubulares. Essa recomendação também se deve pelo fato de que a forma como essas caldeiras são construídas faz com que as mesmas sejam muito vulneráveis aos perigos de explosões (BAZZO, 1995).

De acordo com Trovati (2012), nesse tipo de caldeira, a produção de vapor é limitada a cerca de 40 t/h e sua pressão de operação máxima de é de aproximadamente 16 Kgf/cm².

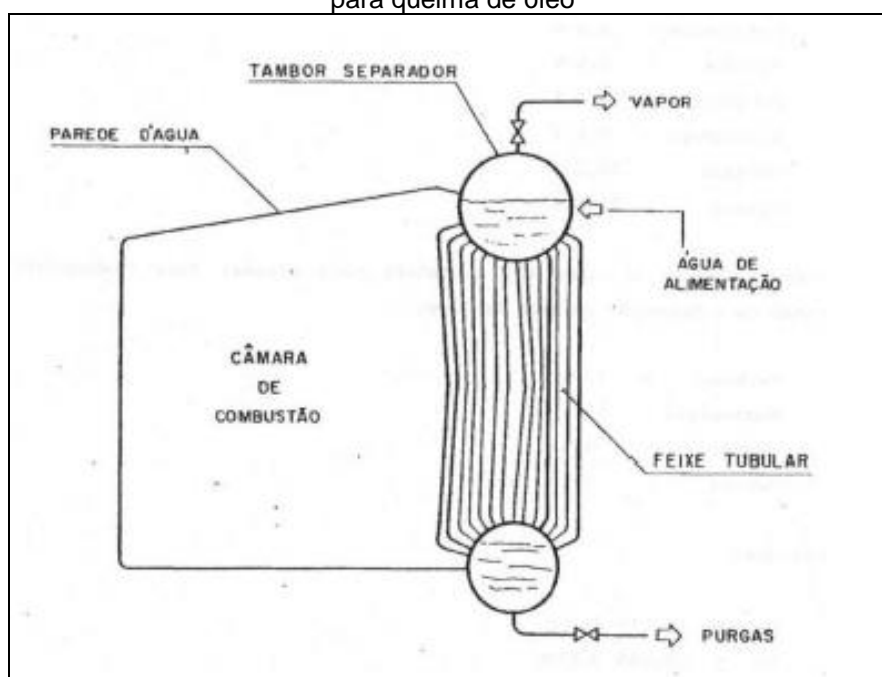
Segundo Bazzo (1995), as caldeiras aquatubulares são construídas de diversos tubos de forma que a água circule por dentro dos mesmos, eles são dispostos na forma de paredes d'água ou feixes tubulares.

As caldeiras aquatubulares surgiram da necessidade de se produzir mais vapor e ter uma maior pressão de operação. Existem modelos

desse tipo de caldeira que tem uma produção de vapor superior a 200 t/h e operam com uma pressão na ordem de 300 Kgf/cm² (TROVATI, 2012).

De acordo com Bizzo (2003) (apud SENGER, 2015, p. 19), os tubos interligam o tubulão superior e o tubulão inferior da caldeira, onde, no tubulão superior tem-se a separação da água e do vapor, no tubulão inferior é realizada a decantação e purgas dos sólidos que ficam em suspensão, conforme pode ser visto na Figura 1.

Figura 1 - Esquema de uma caldeira aquotubular de dois tambores, adaptada com fornalha para queima de óleo



Fonte: Bazzo (1995)

2.2 Água

De acordo com Drew (1979), a água, desde os primórdios, tem sido de vital importância ao homem e à natureza, pois ela é a substância que governa a vida animal e vegetal.

A água é a fonte de energia não renovável mais importante para que se tenha vida na Terra, sendo que a mesma se encontra em maior abundância na superfície terrestre, que é coberta em cerca de 70% por água. Nos dias atuais, água possui também uma grande importância em diversos

setores, como nas atividades domésticas, atividades agrícolas, geração de energia e atividades industriais em geral (BRAILE; CAVALCANTI, 1993).

2.3 Impurezas da água

Em uma água sem nenhum tratamento, ou seja, natural, através de uma análise completa da mesma seria possível encontrar a presença de mais de cinquenta constituintes dissolvidas ou em suspensão. Esses constituintes são basicamente sólidos dissolvidos ionizados, compostos orgânicos dissolvidos, gases dissolvidos, matéria em suspensão, matéria coloidal e microrganismos. (SANTOS FILHO, 1989).

Segundo Trovati (2012), as impurezas mais encontradas nas águas são:

- Dureza (é a propriedade relacionada com a concentração de íons encontrados na água, sendo os principais cálcio e magnésio);
- Sílica solúvel e silicatos;
- Óxidos metálicos;
- Substâncias inorgânicas dissolvidas;
- Matéria orgânica;
- Gases;
- Materiais em suspensão.

Trovati (2012) afirma que é necessário ter um tratamento preliminar na água de reposição da caldeira, para evitar que todas essas impurezas adentrem ao sistema gerador de vapor.

A água em seu estado natural jamais é pura, e essas impurezas são uma das grandes preocupações no tratamento de água para as indústrias. No percurso de seu ciclo, a água pode dissolver gases e absorver matérias solúveis e insolúveis contidas na atmosfera (DREW, 1979).

2.4 Clarificação

O processo de clarificação da água é composto pelas seguintes operações: Coagulação, floculação, decantação e filtração (FRANCISCO; POHLMANN; FERREIRA, 2011). Cada uma dessas etapas é detalhada nas seções seguintes.

2.4.1 Coagulação

Na água, existem impurezas que são carregadas superficialmente com cargas negativas, e isso impede com que se aglomerem. Para que ocorra a remoção dessas cargas negativas é necessária a aplicação de coagulantes, que são responsáveis por neutralizarem essas cargas, tornando possível a aproximação das partículas que serão posteriormente removidas nos processos posteriores (PARSEKIAN, 1998).

A aplicação de coagulantes é muito importante para o tratamento da água, pois eles são responsáveis por remover o aspecto turvo da água e interferem diretamente nos parâmetros físico-químicos da água, como a turbidez, pH e a alcalinidade da água bruta (FRANCO, 2009).

De acordo com Parsekian (1998), a coagulação é resultado da ação de quatro mecanismos, compressão da camada difusa, adsorção e neutralização de cargas, varredura e formação de ponte. Esse processo de coagulação acontece muito rápido, variando de décimos de segundos até cerca de até 100 segundos, podendo variar devido a variáveis como pH, temperatura e quantidade de impurezas.

Basicamente, a coagulação tem como principal objetivo aumentar a quantidade de material em suspensão, e assim, facilitando a sua remoção nas etapas posteriores da clarificação. Spinelli (2001) afirma que as etapas de coagulação e floculação são as mais delicadas do tratamento de água, pois, qualquer falha nessas fases pode acarretar em grandes prejuízos na qualidade e custo da água tratada.

2.4.2 Floculação

O processo que sucede a coagulação é a floculação, e a diferença entre esses dois processos, está principalmente no tempo em que cada um ocorre. Enquanto a coagulação é processada por meio de uma mistura rápida em um curto espaço de tempo, a floculação, para que ocorra, necessita de um sistema de baixa turbulência. Portanto, deve-se ter uma velocidade de agitação menor e com um tempo de agitação maior, proporcionando que ocorra a formação dos flocos (DI BERNARDO; DANTAS, 2005; RICHTER; AZEVEDO NETTO, 1991).

Parsekian (1998) afirma que, para que todas as partículas tenham contato com as espécies hidrolisadas, é necessário que tenha sido aplicado o coagulante e feito uma mistura rápida, para que o mesmo tenha uma distribuição uniforme. Após esta mistura, é necessário que se faça uma mistura lenta e, assim, gerar o processo de floculação, que tem como objetivo promover o maior número possível de encontros entre as partículas para que ocorra a formação dos flocos, para que posteriormente sejam removidos no decantador.

2.4.3 Decantação

A remoção das partículas que foram formadas na etapa da floculação (flocos) ocorre devido à ação da gravidade, que é a responsável pela precipitação dos flocos. Esse fenômeno é denominado de sedimentação. A sedimentação é o fenômeno físico onde as partículas suspensas formadas no processo de floculação apresentam um movimento descendente em meio líquido de menor massa específica, devido à ação da gravidade, essas partículas se depositam no fundo do decantador, formando o lodo (DI BERNARDO, 1993).

Segundo Reali (1999), o decantador deve possuir acessórios que permitam a descarga de lodo em intervalos de tempo regulares, que pode ser de horas ou até mesmo dias, e isso ocorre sem que seja necessária a

interrupção do tratamento. Persekian (1998) afirma que é o decantador o responsável pela clarificação da água.

2.4.4 Filtração

Na filtração, ocorre a separação mecânica entre a fase particulada e fluida de uma suspensão, essa filtração ocorre utilizando um meio poroso, denominado de filtro, que tem a função de reter a fase particulada e é permeável à fase líquida, após ultrapassar o filtro temos a água filtrada (RORATO, 2013).

Um filtro é um leito de material granular que remove fisicamente (coa) material em suspensão da água que passa através dele, e a maioria dos filtros opera por um tempo limitado, pois, quando a queda de pressão atinge certo nível, o filtro é obstruído e se faz necessário uma limpeza (contra lavagem) no mesmo (DREW, 1979).

De acordo com Richter e Azevedo Netto (1991), a lavagem dos filtros é realizada por jatos de água no sentido ascensional, fazendo com que o meio filtrante se expanda e seja possível a remoção das impurezas incrustadas no meio granular. Reali (1999) ainda completa que a lavagem nos filtros é realizada em intervalos de 12 a 24 horas.

O filtro de carvão ativado tem como função absorver traços de cloro, outros oxidantes e produtos orgânicos. Essas substâncias podem prejudicar as resinas catiônicas e aniônicas utilizadas no processo de desmineralização. Normalmente, o filtro de carvão ativado é de fluxo descendente, de pressão vertical e é contra lavado com água. Quando o carvão ativado é utilizado para remoção de cloro, a capacidade do carvão é, em essência, infinita e não é necessário nenhum processo de regeneração, apenas uma contra lavagem feita regularmente é suficiente para a remoção de matérias em suspensão (DREW, 1979).

2.5 Desmineralização

A etapa subsequente à clarificação é a desmineralização, que, segundo GE Betz (2003), é um processo que consiste na reação química de troca iônica para que se possa remover todos os sais inorgânicos da água em tratamento. Isso é possível pela utilização de resinas catiônicas e aniônicas.

De acordo com Trovati (2012), a desmineralização é um processo completo, que tem como função a remoção dos íons positivos e negativos da água, deixando a mesma praticamente isenta de materiais dissolvidos. O processo consiste em fazer a água passar por um leito com resina catiônica e, após, por um leito de resina aniônica. Esse procedimento é capaz de remover a sílica, silicatos solúveis, carbonatos, sulfatos e cloretos da água.

Na empresa em estudo, o processo utilizado para a desmineralização da água para as caldeiras é a troca iônica, que de acordo com Drew (1979), é geralmente o método mais flexível e prático para produção de água desmineralizada. Ele complementa dizendo que, existem dois tipos básicos de resinas de troca iônica, as resinas catiônicas, que removem parte ou todos os cátions encontrados na água, como cálcio, magnésio, sódio entre outros; e as resinas aniônicas, que removem parte ou todos os ânions encontrados na água, como dióxido de carbono, alcalinidade de bicarbonatos e carbonatos, cloretos, sílica entre outros.

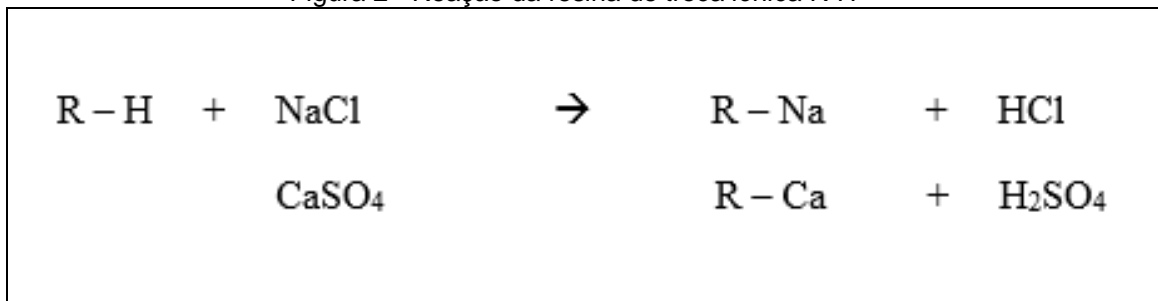
A esse respeito, Drew (1979, p. 32) diz que:

Um trocador catiônico de ácido forte no ciclo de hidrogênio (ácido) remove todos os cátions e os substitui por íons hidrogênio. A água ácida passa então através de um trocador aniônico de base forte no ciclo hidroxila (cáustico), que remove todos os ânions, inclusive sílica, e os substitui por íons hidroxila. O efluente do trocador aniônico contém então íons "H" e "OH", ou seja, água.

As moléculas das resinas catiônica e aniônica são representadas por R-H e R-OH, respectivamente. O processo de desmineralização da água ocorre por meio de duas reações de troca iônica. Na primeira reação, a água que será tratada passa através do leito com resina catiônica, onde os cátions

presentes, por exemplo Na^+ e Ca^{2+} , são adsorvidos pela resina, que libera uma quantidade equivalente de íon H^+ , conforme é possível visualizar na Figura 2.

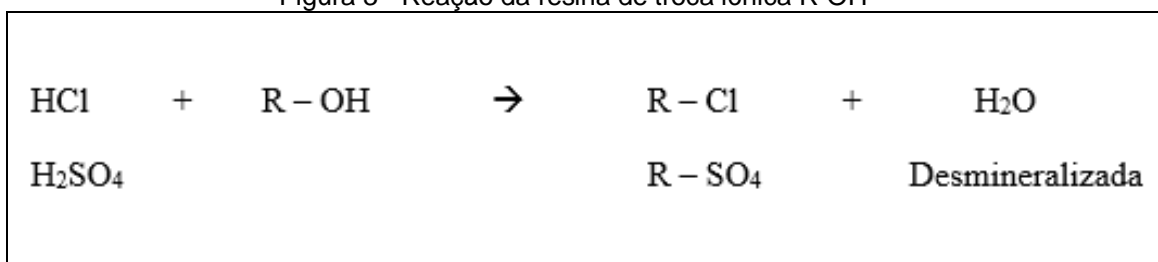
Figura 2 - Reação da resina de troca iônica R-H



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na segunda reação, a água ácida passa através da resina aniônica, onde os ânions presentes, por exemplo Cl^- e SO_4^{2-} , são adsorvidos pela resina, que libera uma quantidade equivalente de íon OH^- , conforme é mostrado na Figura 3.

Figura 3 - Reação da resina de troca iônica R-OH



Fonte: Elaborado pelo autor.

Portanto, o processo de desmineralização substitui os sais minerais que estão presentes na água por moléculas de água, transformando-a em água pura, ou seja, desmineralizada.

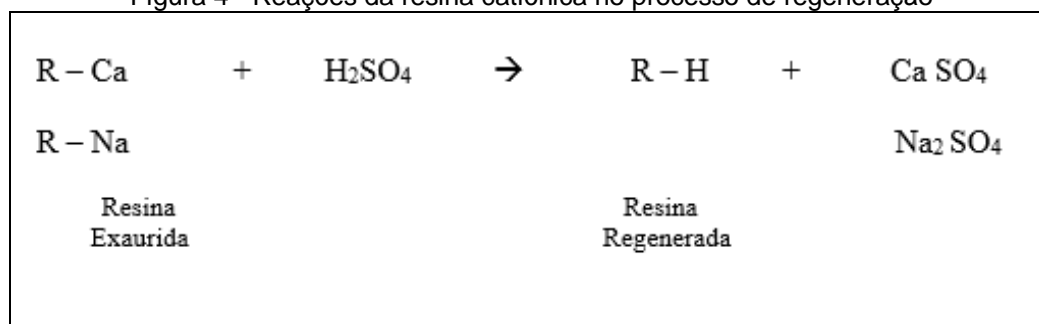
Kremer (2007) define a resina de troca catiônica como um material sintético que em contato com a água pode liberar íons sódio ou hidrogênio (resina catiônica) ou hidroxila (resina aniônica) e, mediante essa liberação, passa a receber e captar dessa água os cátions ou ânions indesejáveis aos processos industriais.

De acordo com Drew (1979), quando a capacidade de troca de íons da resina esteja esgotada, pode-se iniciar um processo de regeneração. O

primeiro passo desse processo é a contra lavagem das resinas, onde o fluxo de água é revertido e se move de baixo para cima através das resinas, para que se possa remover os materiais em suspensão acumulados e espalhar as resinas, para que se tenha uma boa distribuição nas etapas seguintes. O segundo passo consiste em adicionar agentes químicos nas resinas, ácido sulfúrico (H_2SO_4) no vaso com resinas catiônicas e soda cáustica ($NaOH$) no vaso com resinas aniônicas, onde esses agentes são introduzidos em fluxo normal (descendente) através das resinas, e assim restaurando a capacidade de troca das resinas. O terceiro passo, chamado de deslocamento ou lavagem lenta, consiste em passar água em fluxo descendente pelas resinas em uma vazão baixa, para que o agente químico da regeneração seja deslocado. O quarto e último passo, chamado de lavagem rápida, consiste em passar um fluxo de água no sentido descendente pelas resinas, porém agora com um fluxo rápido (maior vazão), removendo todos os traços do agente químico de regeneração.

As reações que ocorrem na regeneração das resinas catiônicas são apresentadas na Figura 4.

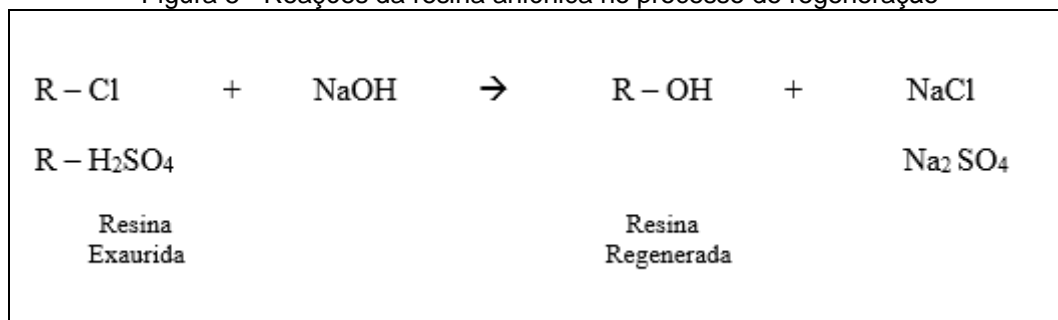
Figura 4 - Reações da resina catiônica no processo de regeneração



Fonte: Elaborado pelo autor.

Já a Figura 5 ilustra as reações que ocorrem na regeneração das resinas aniônicas.

Figura 5 - Reações da resina aniônica no processo de regeneração



Fonte: Elaborado pelo autor.

2.6 Água para geração de vapor

Para que se possa ter uma caldeira em operação, com segurança e eficiência, é extremamente importante que se tenha um tratamento adequado da água de alimentação da mesma. Esse tratamento apropriado deve ocorrer, pois a água tem a tendência de dissolver diversas substâncias e impurezas, que causam problemas nas caldeiras, dentre esses problemas destacam-se as incrustações e corrosões (TROVATI, 2012).

De acordo com Altafini (2002), as incrustações são deposições de sólidos sobre as superfícies de aquecimento, no lado da água devido à presença de impurezas como, por exemplo, sulfatos, carbonatos de cálcio e/ou magnésio, silicatos complexos e sólidos em suspensão. Essas incrustações podem ser resultado de um tratamento inadequado da água da caldeira.

Trovati (2012) afirma que, para que se possam remover as incrustações já consolidadas é necessário um grande esforço, podendo ser por limpezas químicas ou mecânicas de grande intensidade. Ele ainda completa que as principais consequências da presença de incrustações em caldeiras são: diminuição da troca térmica na caldeira; diminuição na produção de vapor; aumento no consumo de combustível; superaquecimento de um tubo, causando sua ruptura; obstrução de tubos, válvulas, descargas e coletores da caldeira; incrustações em instrumentos e dispositivos de controle e aumento dos processos corrosivos que ocorrem sob os depósitos/incrustações.

A seguir, são mostradas figuras (6 e 7) com casos de incrustação.

Figura 6 - Incrustações nos tubos



Fonte: Trovati (2012)

Figura 7 - Tubo de caldeira aquatubular incrustado



Fonte: Trovati (2012)

Já a corrosão, é definida como a destruição de um metal. Ela é a forma dos metais voltarem para seu estado natural (como foram encontrados na natureza). A corrosão ocorre mediante reações químicas e/ ou eletroquímicas com o ambiente (TROVATI, 2012).

Segundo Gyurkovits (2004), dentre os fatores mais relevantes sobre a deterioração das caldeiras, a corrosão é o mais importante. A corrosão é um dos principais responsáveis pela degradação das caldeiras. A corrosão

avançada de algumas partes da caldeira pode ser a causa de explosões das mesmas.

Na figura 8, tem-se um exemplo de corrosão em caldeira.

Figura 8 - Pontos de corrosão na carcaça de uma caldeira



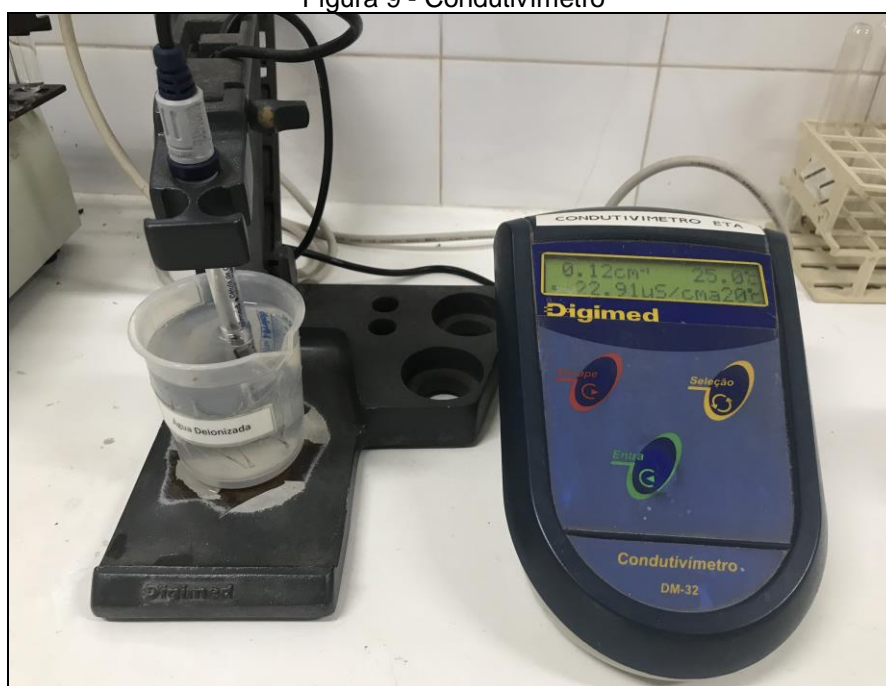
Fonte: Trovati (2012)

3 MATERIAIS E METODOS

3.1 Materiais utilizados

Para a realização das análises de condutividade foi utilizado o condutivímetro da Digimed, modelo DM-32.

Figura 9 - Condutivímetro



Fonte: Elaborada pelo autor.

Para a realização das análises de pH foi utilizado o pHmetro da Digimed, modelo DM-20.

Figura 10 - pHmetro



Fonte: Elaborada pelo autor.

Para a realização das análises de turbidez foi utilizado o turbidímetro da Digimed, modelo DM-TU.

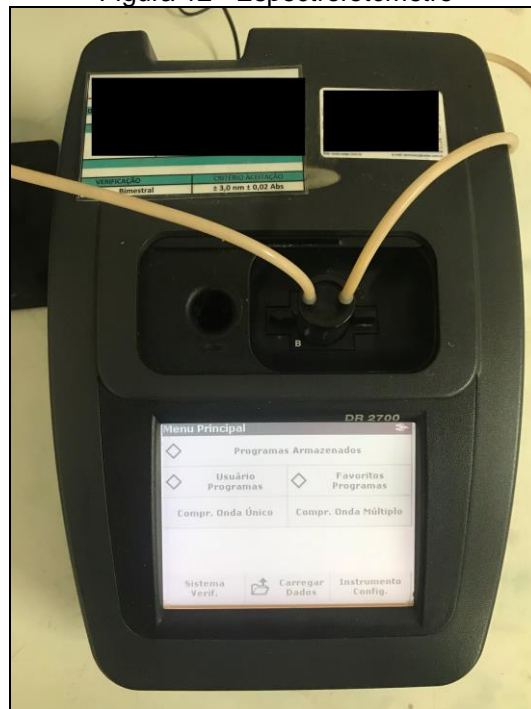
Figura 11 - Turbidímetro



Fonte: Elaborada pelo autor.

Para a realização das análises de sílica foi utilizado o espectrofotômetro da HACH, modelo DR 2700.

Figura 12 - Espectrofotômetro



Fonte: Elaborada pelo autor.

Para a realização das análises de cloro residual foi utilizado o Medidor de cloro (colorímetro) da Digimed, modelo DM-CL.

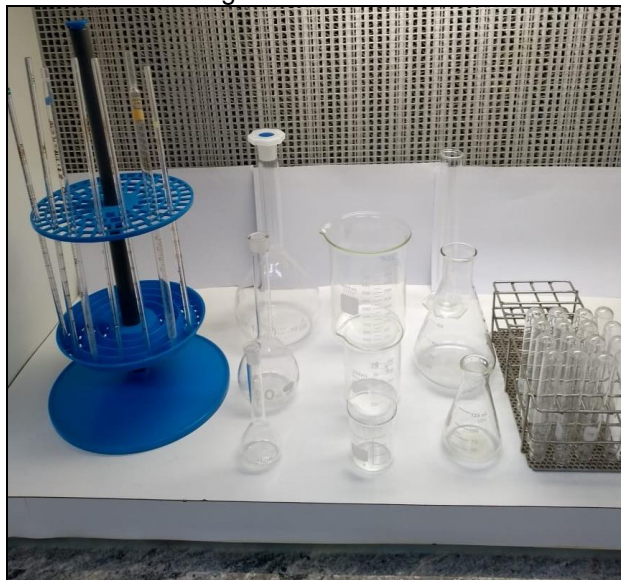
Figura 13 - Colorímetro



Fonte: Elaborada pelo autor.

Para a realização das análises foram utilizadas diversas vidrarias de acordo com a necessidade.

Figura 14 - Vidrarias



Fonte: Elaborada pelo autor.

3.2 Coletas das amostras

A amostra “é uma parcela convenientemente selecionada do universo (população); é um subconjunto do universo.” (LAKATOS; MARCONI, 2007, p. 225). As amostras foram coletadas e analisadas em uma empresa do setor sucroalcooleiro, que fica localizada no interior do estado de São Paulo, com cerca de mil colaboradores e diversos clientes, incluindo tanto nacionais quanto internacionais. As coletas desses dados foram realizadas no período compreendido entre o mês de setembro e outubro de 2018.

3.3 Análises físico-químicas da água

3.3.1 Determinação do pH - Potencial Hidrogeniônico

A determinação do pH é realizada em um pHmetro, seguindo os seguintes procedimentos:

- Lava-se o eletrodo com água deionizada (desmineralizada);

- Coloca-se o eletrodo em um béquer com 30 ml da solução tampão pH 4,00, verificando a calibração do aparelho;
- Coloca-se o eletrodo em um béquer com 30 ml da solução tampão pH 7,00, verificando a calibração do aparelho;
- Lava-se o eletrodo com água deionizada (desmineralizada);
- Transfere-se a amostra para um béquer de 100 mL;
- Coloca-se o eletrodo na amostra de água a ser analisada e lê-se diretamente no visor do pHmetro o valor do pH.

3.3.2 Determinação da turbidez

A determinação da turbidez é realizada em um turbidímetro, seguindo os seguintes procedimentos:

- Transfere-se a amostra da água para uma cubeta de vidro, até a marca de volume (± 15 ml);
- Limpa-se a cubeta com papel absorvente;
- Coloca-se a cubeta no turbidímetro e lê-se diretamente no visor do mesmo o valor da turbidez (o valor indicado no aparelho será expresso em NTU).

3.3.3 Determinação de condutividade

A determinação de condutividade é realizada em um condutivímetro, seguindo os seguintes procedimentos:

- Coloca-se em um recipiente cerca de 350 mL da amostra homogeneizada;
- Coloca-se a célula de condutividade na amostra e lê-se diretamente no visor do aparelho o valor da condutividade (o valor indicado no aparelho será expresso em $\mu\text{S/cm}$).

3.3.4 Determinação de cloro

A determinação de cloro livre é realizada em um colorímetro, seguindo os seguintes procedimentos:

- Limpa-se a cubeta com água deionizada (desmineralizada);
- Coloca-se 5 gotas da Solução Tampão na cubeta;
- Coloca-se 5 gotas da Solução DPD na cubeta;
- Coloca-se a amostra da água até o menisco da cubeta (5 mL);
- Agita-se e limpa-se a cubeta com papel absorvente;
- Coloca-se a cubeta no colorímetro, pressiona-se a tecla e lê-se diretamente no visor do mesmo o valor do cloro livre (o valor indicado no aparelho será expresso em mg/L).

3.3.5 Determinação de sílica

A determinação de sílica é realizada em um Espectrofotômetro, seguindo os seguintes procedimentos:

- Transfere-se, com o auxílio de uma proveta, 50 mL da amostra para dois béqueres de 100 mL;
- Adiciona-se, com pipeta graduada, 1,0 mL de Molybdato 3 Reagente em cada béquer, agita-se para homogeneizar a amostra;
- Deixa-se a amostra em repouso por 4 minutos, utilizando o cronômetro do Espectrofotômetro;
- Adiciona-se, com pipeta graduada, 1,0 mL de Ácido Cítrico em cada béquer, agita-se para homogeneizar a amostra;
- Deixa-se a amostra em repouso por 1 (um) minuto, utilizando o cronômetro do Espectrofotômetro;
- Adiciona-se, com pipeta graduada, 1,0 mL de Amino Acid F em apenas uma das amostras, agita-se para homogeneizar a amostra (a outra amostra que não fora adicionado o Amino Acid F, será a prova em branco);

- Deixa-se a amostra em repouso por 1 (um) minuto, utilizando o cronômetro do Espectrofotômetro;
- Utiliza-se a prova em branco para “zerar” o Espectrofotômetro;
- Coloca-se a amostra no Espectrofotômetro, utilizando a opção “Fluxo”, método nº 645 e comprimento de onda 815 nm (o valor indicado no aparelho será expresso em $\mu\text{g/L}$, onde $1 \mu\text{g/L} = 1 \text{ ppb}$).

4 RESULTADOS

4.1 Análises físico-químicas

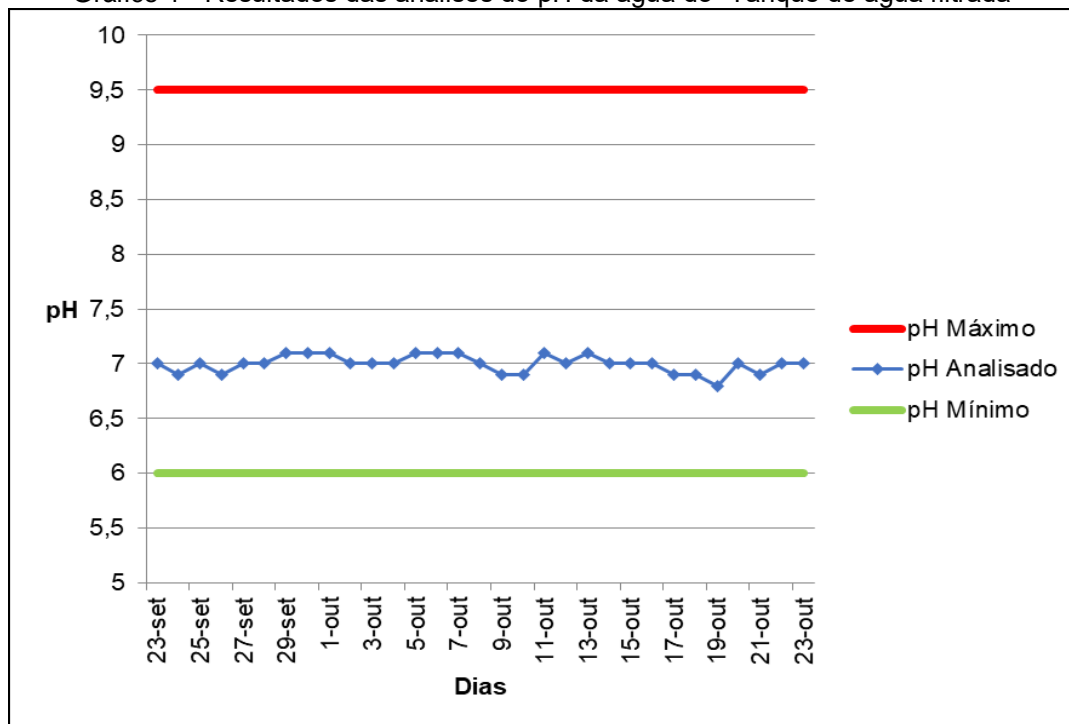
É muito importante que sejam realizadas as análises físico-químicas das águas após cada processo do tratamento, para que se possa verificar se as análises estão nos parâmetros adequados. Esses parâmetros são indicados pelos fabricantes dos equipamentos e/ou pela própria empresa. Por intermédio dessas análises, é possível identificar desvios que possam ocorrer em algum dos processos do tratamento da água. Desvios esses que podem interferir na qualidade da água de alimentação das caldeiras.

4.2 pH - Potencial Hidrogeniônico

O pH expressa a intensidade de uma condição ácida ou alcalina de uma solução. As águas com o pH baixo tendem a ser corrosivas, já as águas com o pH elevado tendem a formar incrustações.

Os resultados das análises do pH estão apresentados nos Gráficos de 1 a 4, apresentados a seguir.

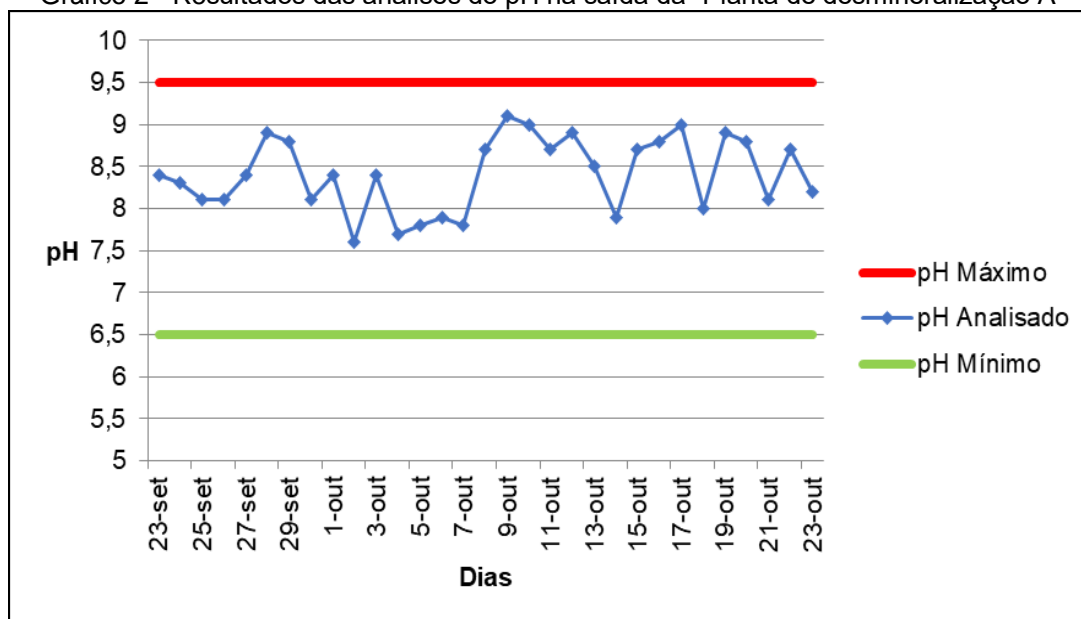
Gráfico 1 - Resultados das análises do pH da água do “Tanque de água filtrada”



Fonte: Elaborado pelo autor.

No gráfico 1, vê-se que os resultados obtidos apresentam-se dentro dos limites de controle estabelecidos pela empresa em estudo e não houve grande oscilação nos valores de pH encontrados nas análises.

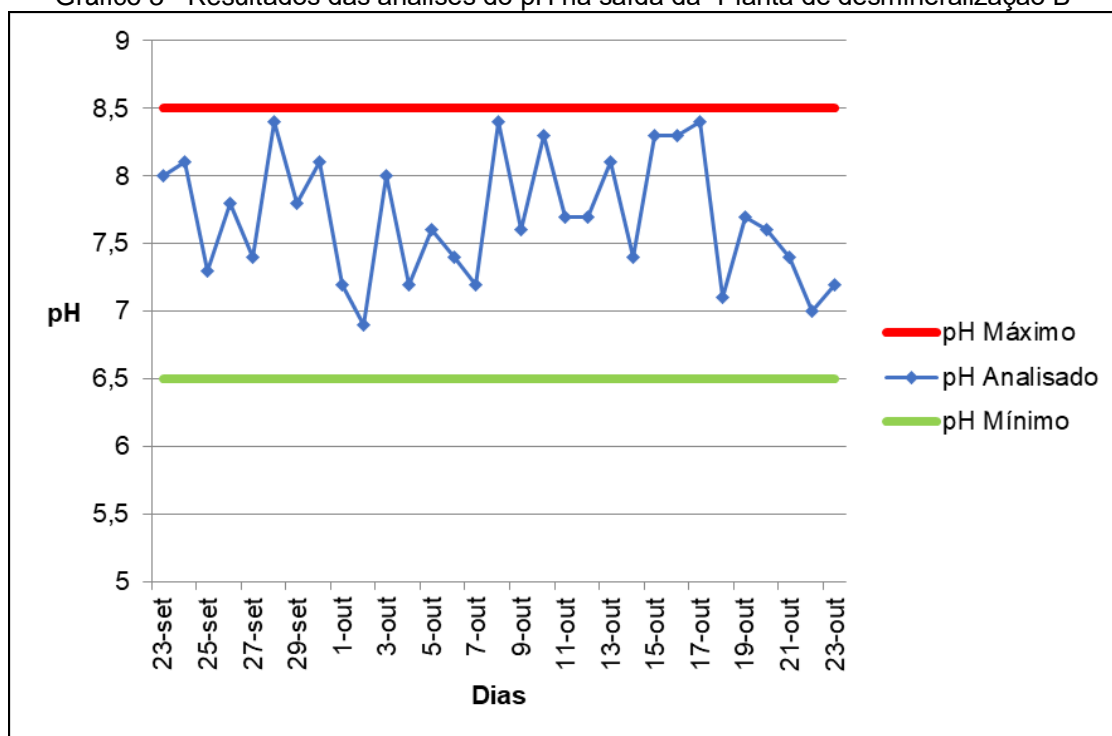
Gráfico 2 - Resultados das análises do pH na saída da “Planta de desmineralização A”



Fonte: Elaborado pelo autor.

No gráfico 2, é possível observar que os resultados obtidos apresentam-se dentro dos limites de controle estabelecidos pelo fabricante da planta de desmineralização A e vemos a dificuldade em controlar o valor de pH na saída planta, que ocorre devido a variação na vazão na entrada da planta, devida às necessidades do processo, cuja demanda de água varia muito.

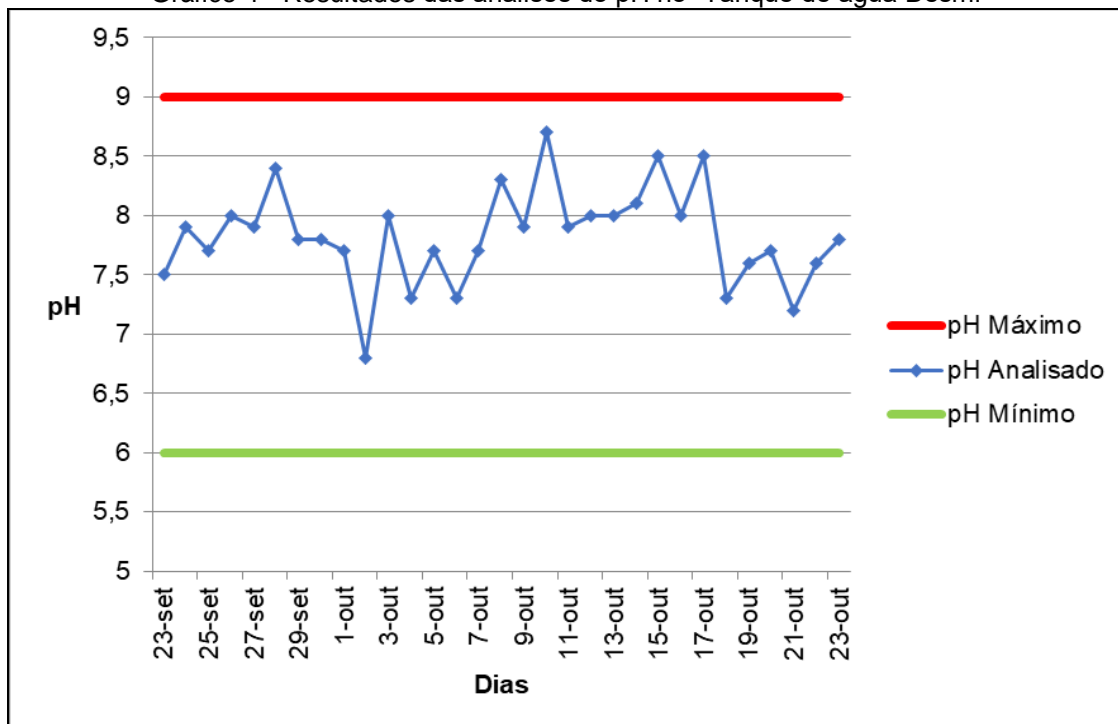
Gráfico 3 - Resultados das análises do pH na saída da "Planta de desmineralização B"



Fonte: Elaborado pelo autor.

No gráfico 3, percebe-se que os resultados obtidos apresentam-se dentro dos limites de controle estabelecidos pelo fabricante da planta de desmineralização B e vemos assim como na planta de desmineralização A, a dificuldade em controlar o valor de pH na saída planta, que ocorre devido a variação na vazão na entrada da planta, devida às necessidades do processo.

Gráfico 4 - Resultados das análises do pH no “Tanque de água Desmi”



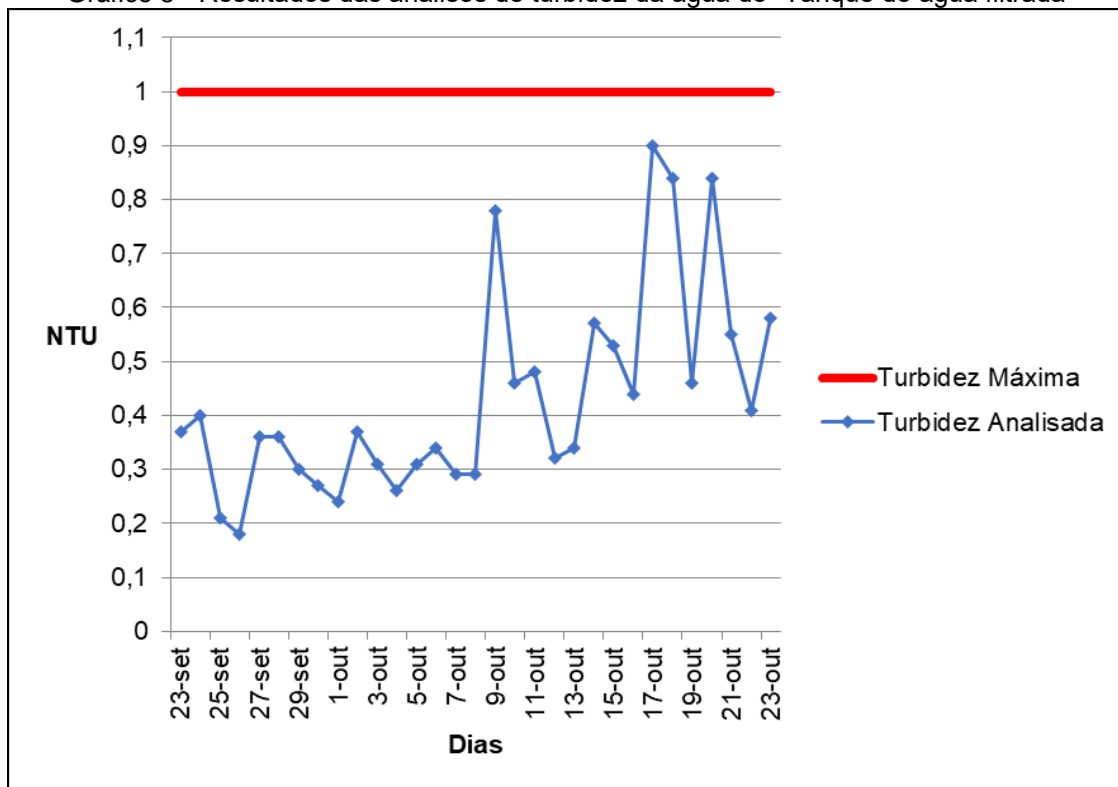
Fonte: Elaborado pelo autor.

No gráfico 4, os resultados obtidos se mostram dentro dos limites de controle estabelecidos pela empresa em estudo. Observa-se, a mesma dificuldade no controle do pH, como acontece na planta de desmineralização A e B, já que a água do tanque de água desmineralizada é composta pela água proveniente dessas duas plantas de desmineralização.

4.3 Turbidez

A turbidez é a quantidade de material que se encontra em suspensão na água. O processo responsável pela retenção desse material suspenso é a clarificação. O controle da turbidez da água é muito importante, pois a elevação acentuada da turbidez pode causar danos para a planta de desmineralização, diminuindo a vida útil das resinas. O Gráfico 5 ilustra os resultados das análises de turbidez, realizadas com amostra retirada do “Tanque de água filtrada”.

Gráfico 5 - Resultados das análises de turbidez da água do "Tanque de água filtrada"



Fonte: Elaborado pelo autor.

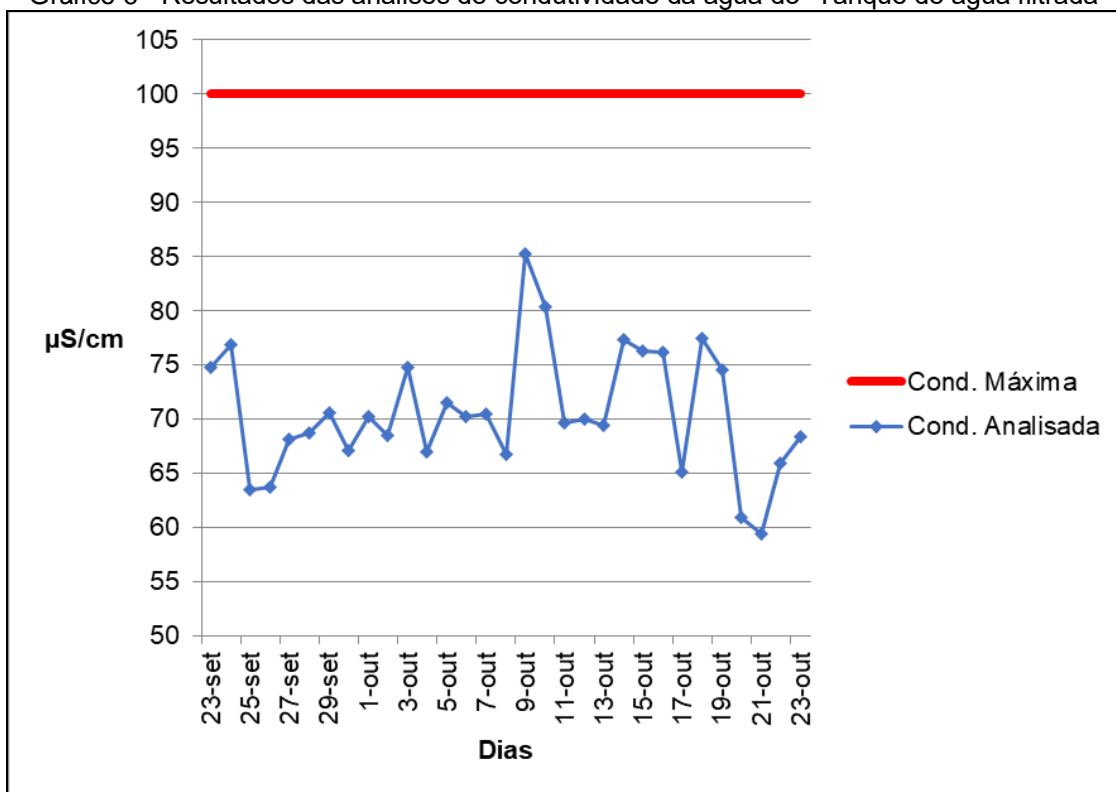
Os resultados obtidos apresentam-se dentro dos limites de controle estabelecidos tanto pelos fabricantes como da empresa em estudo. Com os resultados obtidos, visualiza-se no Gráfico 5, no geral, uma crescente nos valores encontrados na transição do mês de setembro e outubro. Essa mudança ocorreu devido ao aumento da chuva no período, o que fez com que a turbidez da água captada para o tratamento aumentasse, o que conseqüentemente dificulta o tratamento. Vê-se também que se apresentam quatro picos no valor de turbidez no gráfico, nos dias 09/10/18, 17/10/18, 18/10/18 e 20/10/18. Verificou-se que, logo após essas análises efetuadas, fora necessário que se realizasse uma contra lavagem nos filtros, para eliminar as partículas incrustadas no meio granular do filtro.

4.4 Condutividade

A condutividade elétrica depende da quantidade de íons que estão dissociados na água. Quando temos um aumento da condutividade, temos um aumento no potencial de corrosão e incrustação, por isso é um

parâmetro muito importante. O processo utilizado na empresa em estudo para a retirada dos íons dissociados na água é a desmineralização. Os Gráficos de 6 a 9, mostrados a seguir, apresentam os resultados das análises realizadas para o parâmetro condutividade.

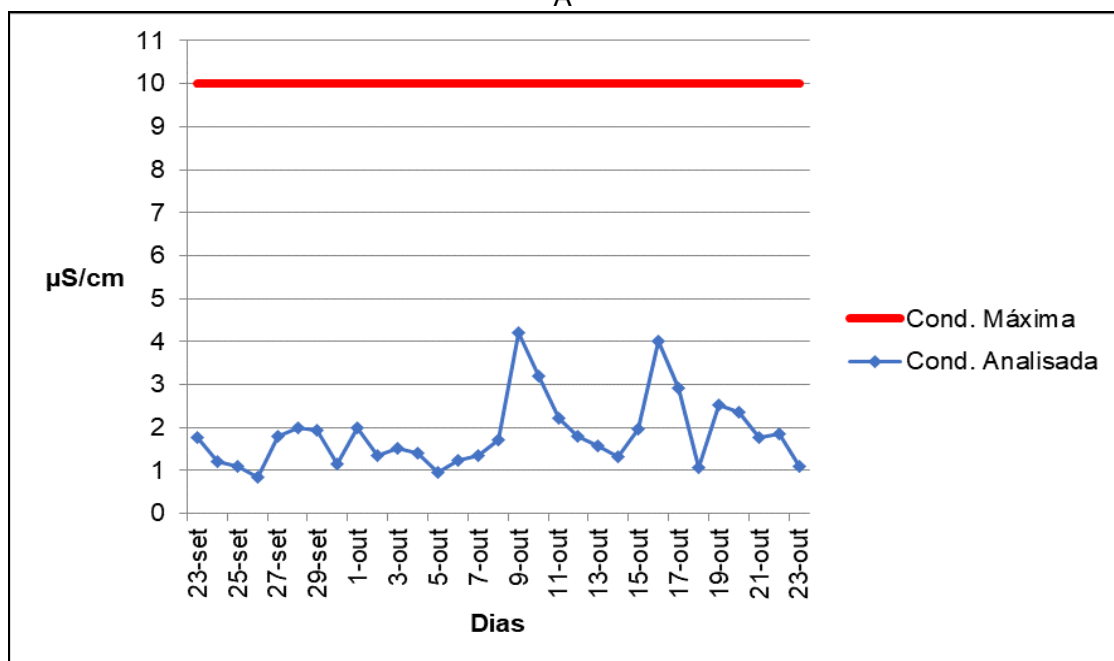
Gráfico 6 - Resultados das análises de condutividade da água do “Tanque de água filtrada”



Fonte: Elaborado pelo autor.

Pela observação do gráfico 6, evidencia-se que os resultados das análises de condutividade que foram obtidos apresentam-se dentro dos limites de controle estabelecidos pela empresa em estudo.

Gráfico 7 - Resultados das análises de condutividade na saída da “Planta de desmineralização A”

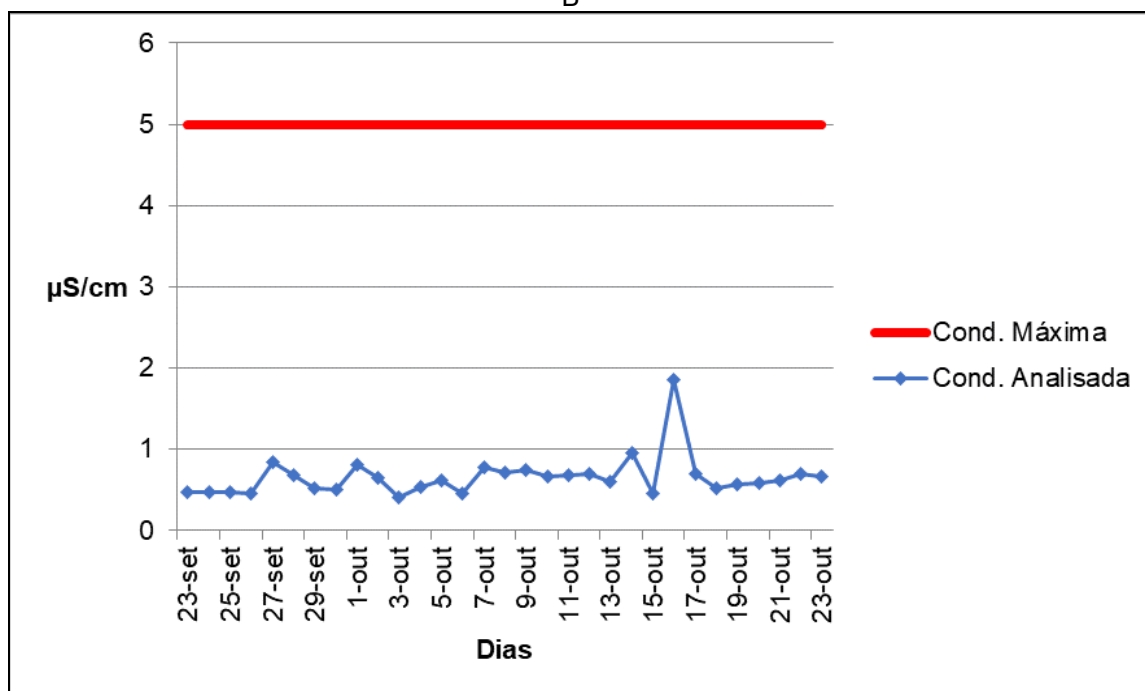


Fonte: Elaborado pelo autor.

No gráfico 7, os resultados das análises de condutividade que foram obtidos apresentam-se dentro dos limites de controle estabelecidos pelo fabricante da planta de desmineralização A. Porém, observa-se que nos dias 09/10 e 16/10 as análises da condutividade na saída da planta teve uma grande elevação.

Realizada a análise da causa dessa elevação da condutividade, foi verificado que essas duas análises, nesses dois dias, foram feitas logo após a regeneração da mesma e que, devido ao nível do tanque de água desmineralizada estar baixo, foi diminuído o tempo do último processo da regeneração (lavagem rápida), não dando o tempo necessário para que a condutividade baixasse até os níveis normais.

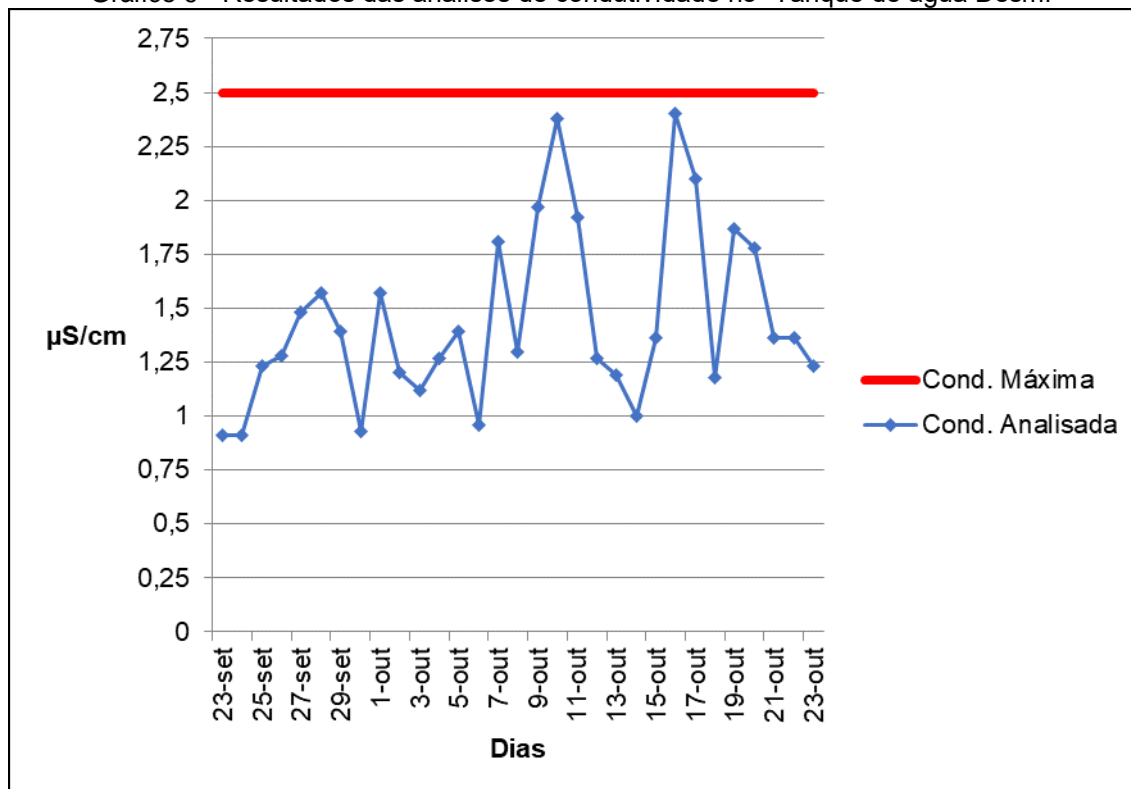
Gráfico 8 - Resultados das análises de condutividade na saída da “Planta de desmineralização B”



Fonte: Elaborado pelo autor.

O gráfico 8 mostra que os resultados das análises de condutividade que foram obtidos apresentam-se dentro dos limites de controle estabelecidos pelo fabricante da planta de desmineralização B. Observa-se que no dia 16/10 o valor da condutividade na saída da planta teve um pequeno aumento, porém esse aumento não teve grande interferência, pois, o valor ainda está dentro dos limites de condutividade do tanque de água desmineralizada.

Gráfico 9 - Resultados das análises de condutividade no “Tanque de água Desmi”



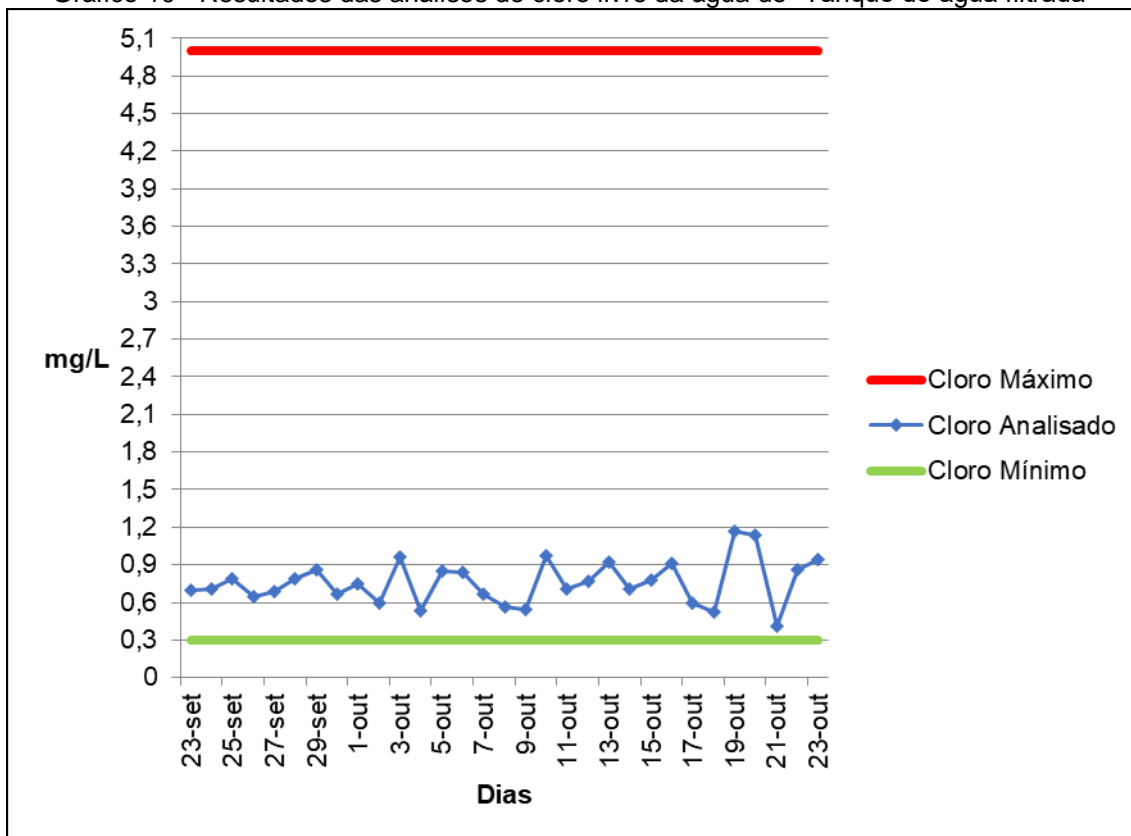
Fonte: Elaborado pelo autor.

No gráfico 9, observa-se que os resultados das análises de condutividade obtidos apresentam-se dentro dos limites de controle estabelecidos pela empresa. Porém, observa-se que em dois momentos, a análise de condutividade do tanque de água desmineralizada chegou próximo do limite de controle. O que causou isso foi o aumento no valor da condutividade da planta de desmineralização A nos dias 09/10 e 16/10 conforme vemos no Gráfico 7.

4.5 Cloro livre

O resultado do cloro livre indica a não proliferação de algas e microrganismos, por isso é de essencial importância o seu controle para a indústria. O Gráfico 10 apresenta os resultados da análise para o cloro livre.

Gráfico 10 - Resultados das análises de cloro livre da água do “Tanque de água filtrada”



Fonte: Elaborado pelo autor.

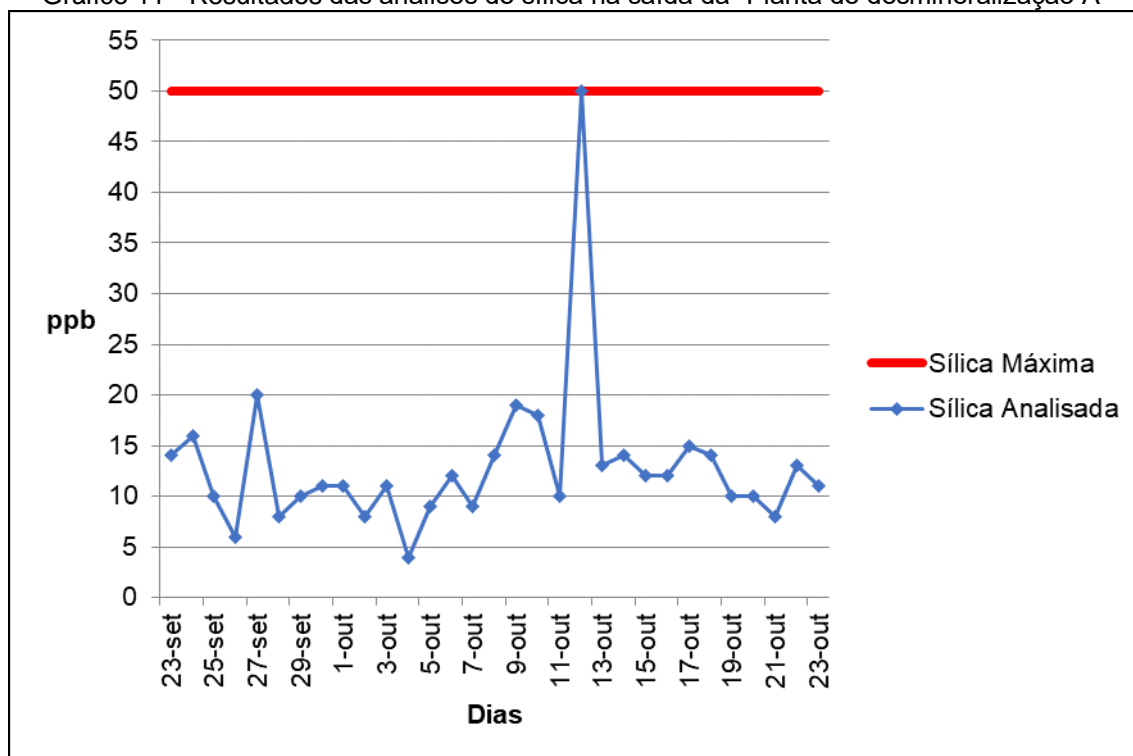
Os resultados obtidos também se apresentam dentro dos limites de controle estabelecidos tanto pelos fabricantes como da empresa em estudo. Vê-se que os valores das análises ficam mais próximos ao valor mínimo de controle do que o valor máximo. Isso ocorre, pois não se tem necessidade de manter um nível tão alto de cloro livre, e, para isso, seria necessária a dosagem de uma quantidade muito grande de cloro, o que seria um gasto desnecessário para a empresa.

Antes da água do tanque de água filtrada ir para as plantas de desmineralização, ela passa pelo filtro de carvão ativado, onde é retirado completamente o cloro presente. Após, vai para o tanque de água desclorada, e em nenhuma das análises da água do tanque de água desclorada foi identificado quantidade considerável de cloro presente na água.

4.6 Sílica

A sílica é uma das principais variáveis que precisam ser controladas para que se evitem os problemas que ocorrem nas caldeiras devido à qualidade da água. Os Gráficos 11, 12 e 13 apresentam o resultado das análises para o parâmetro sílica.

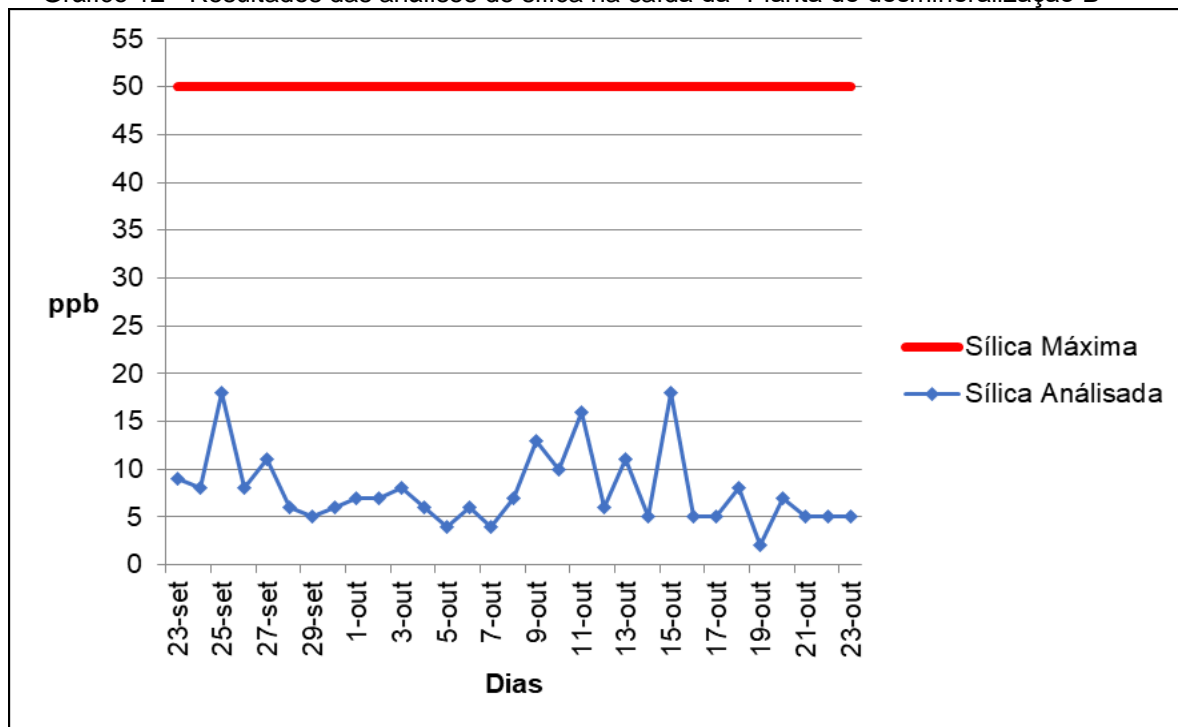
Gráfico 11 - Resultados das análises de sílica na saída da “Planta de desmineralização A”



Fonte: Elaborado pelo autor.

No gráfico 11, vê-se que os resultados obtidos apresentam-se dentro dos limites de controle estabelecidos tanto pelo fabricante da planta de desmineralização A. Porém, é possível observar que no dia 12/10 a análise de sílica foi de 50 ppb, que é o limite estabelecido de acordo com as especificações do fabricante. Após a análise, foi necessária a parada da planta de desmineralização, e foi dado o início ao processo de regeneração da mesma.

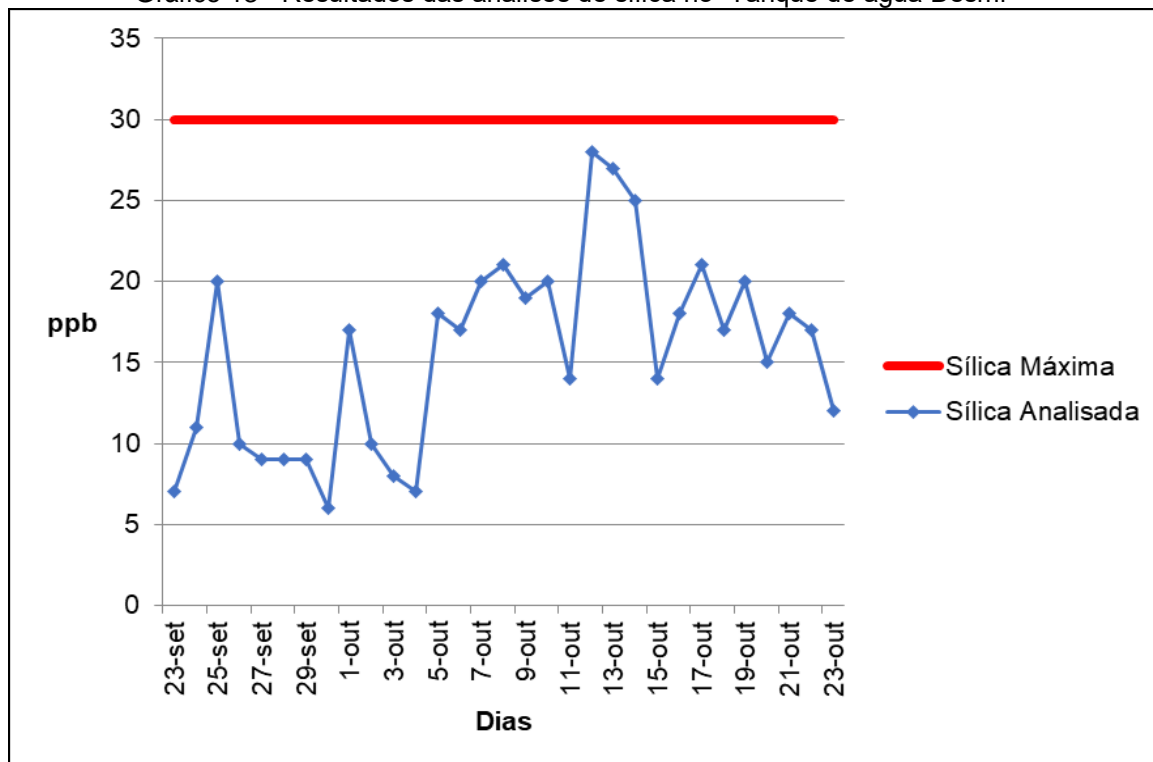
Gráfico 12 - Resultados das análises de sílica na saída da “Planta de desmineralização B”



Fonte: Elaborado pelo autor.

No gráfico 12, percebe-se que os resultados obtidos apresentam-se dentro dos limites de controle estabelecidos tanto pelo fabricante da planta de desmineralização B. Observa-se também que, em nenhum momento a valor de sílica na saída da planta ultrapassou 30 ppb, que é o limite estabelecido pela empresa no tanque de água desmineralizada.

Gráfico 13 - Resultados das análises de sílica no “Tanque de água Desmi”



Fonte: Elaborado pelo autor.

No gráfico 13, os resultados obtidos apresentam-se dentro dos limites de controle estabelecidos pela empresa em estudo. Porém, percebe-se que o aumento da sílica na planta de desmineralização A no dia 12/10, conforme vemos no gráfico 11, fez com que a quantidade de sílica no tanque de água desmineralizada também se elevasse a partir desse mesmo dia, chegando próxima ao seu valor de limite, e foi evidenciado que demorou para que o valor da quantidade de sílica no tanque de água desmineralizada reduzisse, mesmo após a regeneração da planta de desmineralização A.

Quadro 1 - Síntese dos resultados

Variável - Local de Análise	Resultado e comentários
pH - Tanque de Água Filtrada	Não houve grande oscilação nos valores de pH encontrados nas análises.
pH - Planta de Desmineralização A e B	Temos uma dificuldade em controlar o valor de pH na saída planta, que ocorreu devido a variação na vazão na entrada da planta, devida às necessidades do processo.
pH - Tanque de Água Desmineralizada	Observa-se, a mesma dificuldade no controle do pH, como acontece na planta de desmineralização A e B, já que a água do tanque de água desmineralizada é composta pela água proveniente dessas duas plantas de desmineralização.
Turbidez - Tanque de Água Filtrada	Temos quatro picos no valor de turbidez no gráfico e logo após essas análises, fora necessário que se realizasse uma contra lavagem nos filtros, para eliminar as partículas incrustadas no meio granular do filtro.
Condutividade - Tanque de Água Filtrada	As análises apresentam-se dentro dos limites de controle estabelecidos pela empresa em estudo.
Condutividade - Planta de Desmineralização A	Em duas análises tivemos uma grande elevação da condutividade. A causa dessa elevação foi a diminuição no tempo do último processo de regeneração, não dando o tempo necessário para que a condutividade baixasse até os níveis normais.
Condutividade - Planta de Desmineralização B	Apenas em uma análise a condutividade na saída da planta teve um pequeno aumento, porém esse aumento não teve grande interferência nas análises de condutividade do tanque de água desmineralizada.
Condutividade - Tanque de Água Desmineralizada	Em dois momentos, a análise de condutividade do tanque de água desmineralizada chegou próximo do limite de controle, devido ao aumento no valor da condutividade da planta de desmineralização A.
Cloro - Tanque de Água Filtrada	Os resultados estão dentro dos limites de controle e os valores das análises ficam mais próximos ao valor mínimo de controle do que o valor máximo, para que não haja um gasto desnecessário.
Sílica - Planta de Desmineralização A	Tivemos uma análise de sílica que o valor foi de 50 ppb, que é o limite. Após a análise, fora necessária a parada da planta de desmineralização, e foi dado o início ao processo de regeneração da mesma.
Sílica - Planta de Desmineralização B	Em nenhum momento a valor de sílica na saída da planta ultrapassou 30 ppb, que é o limite estabelecido pela empresa no tanque de água desmineralizada.
Sílica - Tanque de Água Desmineralizada	O valor de sílica no tanque de água desmineralizada se elevou junto com a sílica da planta de desmineralização A, chegando próxima ao seu valor limite, e demorou para que as análises voltassem para os valores normais.

Fonte: Elaborado pelo autor.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No que se refere às análises físico-químicas das amostras das águas coletadas na empresa em estudo, tanto na planta de pré-tratamento, quanto nas plantas de desmineralização e no tanque de água desmineralizada, os resultados estão dentro dos parâmetros estabelecidos pela empresa e pelos fabricantes das caldeiras, turbinas e plantas de desmineralização.

As análises das amostras de água na saída da planta de desmineralização A apresentaram alguns valores elevados, não ultrapassando os limites de controle. Porém, mesmo assim, causou como consequência uma elevação nos resíduos das análises do tanque de água desmineralizada. Isso pode acarretar em diversos problemas, pois, quando chega ao tanque de água desmineralizada, a água já está pronta para ser usada para a reposição na alimentação das caldeiras.

O presente estudo mostra a importância do controle das análises físico-químicas das águas utilizadas no processo industrial, para que se conservem os equipamentos da planta, mostrando que a corrosão, formação de incrustação geram grande perda de eficiência nos sistemas geradores de vapor.

Para finalizar, a partir dos conteúdos desenvolvidos para este trabalho, nota-se que os impactos do tratamento das águas utilizadas para a alimentação das caldeiras são diversos, sendo os principais, a incrustação e corrosão, o que possibilita novas linhas de pesquisa sobre o mesmo tema. Como sugestão, é possível realizar os estudos em outras empresas, com outros tipos de tratamento de águas, como a osmose reversa por exemplo. É possível ainda, dar-se continuidade ao presente estudo, agora abordando o tratamento interno das caldeiras.

REFERÊNCIAS

- ALTAFINI, C. R. **Curso de engenharia mecânica** – disciplina de máquinas térmicas – apostila sobre caldeiras – Universidade de Caxias do Sul, 2002. Disponível em: <<http://www.segurancaetrabalho.com.br/download/caldeirasapostila.pdf>>. Acesso em: 27 mai. 2018.
- ANDRADE, M. M. de. **Introdução à metodologia do trabalho científico: elaboração de trabalhos na graduação**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2001. 121 p.
- BAZZO, E. **Geração de vapor**. 2. ed. Florianópolis: Editora da Ufsc, 1995.
- BITAR, O.Y. ; ORTEGA, R.D. Gestão Ambiental. In: Oliveira, A.M.S. & Brito, S.N.A. (Eds.) **Geologia de Engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE), 1998.
- BRAILE, P. M.; CAVALCANTE, J. E. W. A. **Manual de tratamento de águas residuárias industriais**. São Paulo: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 1993.
- CAMPOS, M. A de. **Estudo das instalações e operação de caldeira e vasos de pressão de uma instituição hospitalar, sob análise da nr 13**. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho). Curso de Pós-Graduação Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2011. Disponível em: <<http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/825/1/M%C3%A1rcia%20Aparecida%20de%20Campos.pdf>>. Acesso em: 18 nov. 2018.
- DI BERNARDO, L. **Métodos e Técnicas de Tratamento de Água**. v. 1 e 2. Associação Brasileira de engenharia de engenharia Sanitária e Ambiental – ABES. 481 p. Rio de Janeiro, 1993.
- DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D. B. **Métodos e Técnicas de Tratamento de Água**. 2. ed., v. 2. São Carlos: Rima, 2005.
- DREW. **Princípios de Tratamento de águas industriais**. Tradução de Thomas J. Burchard. São Paulo: Drew Produtos Químicos, 1979.
- FRANCISCO, A. A.; POHLMANN, P. H. M.; FERREIRA, M. A. **Tratamento convencional de águas para abastecimento humano: uma abordagem teórica dos processos envolvidos e dos indicadores de referência**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL IBEAS, 2 – INSTITUTO BRASILEIRO DE ESTUDOS AMBIENTAIS, 1. **Anais...** 2011.

FRANCO, E. S. **Avaliação da influência dos coagulantes sulfato de alumínio e cloreto férrico na remoção de turbidez e cor da água bruta e sua relação com sólidos na geração de lodo em estações de tratamento de água.** 2009. 207 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2009.

GE Betz. **Boiler Water Treatment: Programa de treinamento para operadores de caldeiras.** 2003.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GYURKOVITS, J. L. **Caldeiras.** 2004. Disponível em: <http://www.slideshare.net/educacaof/caldeiras-3485277?from_search=7>. Acesso em: 10 nov. 2018.

KREMER, T. O. **Resinas de Troca Iônica. Manual de escolha de resina.** (2007). Disponível em: < <http://kurita.com.br/index.php/artigos-tecnicos/resinas-de-troca-ionica/>>. Acesso em: 06 nov. 2018.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. **Fundamentos da Metodologia Científica.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 1991.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Fundamentos de metodologia científica.** 6. ed. 5. reimp. São Paulo: Atlas, 2007.

LÜDORF, S. M. A. **Metodologia da Pesquisa do Projeto à Monografia: o passo a passo da construção do conhecimento.** Rio de Janeiro: Shape, 2004.

MEZZAROBA, O. ; MONTEIRO, C. S. **Manual de Metodologia da Pesquisa no Direito.** São Paulo: Saraiva, 2009.

PARSEKIAN, M. P. S. **Análise e proposta de formas de gerenciamento de estações de tratamento de águas de abastecimento completo em cidades de porte médio do Estado de São Paulo.** Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 1998.

REALI, M. A. P. **Noções Gerais de Tratamento e Disposição Final do Lodo de Estações de Tratamento de Águas.** Projeto Prosab. Rio de Janeiro: ABES, 1999.

RICHTER, C. A.; AZEVEDO NETTO, J. M. **Tratamento de Água.** São Paulo: Edgard Blücher, 1991.

RORATO, W. R. **Utilização de *Moringa oleífera Lam* como auxiliar no processo de coagulação/floculação/filtração para o tratamento de água de abastecimento.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão. Paraná, 2013.

SANTOS FILHO, F. **Tecnologia de tratamento de água para a indústria.** São Paulo: Nobel, 1989.

SENGER, R. **Análise do rendimento térmico de uma caldeira mista alimentada com lenha em toras.** 2015. 62 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em engenharia mecânica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015.

SOSA-ARNAO, J. H. **Caldeiras aquatubulares de bagaço - Estudo do sistema de recuperação de energia.** Dissertação (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2008.

SPINELLI, V. A. **Quitosana: Polieletrólito Natural para o Tratamento de Água Potável.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Santa Catarina, 2001.

TROVATI, J. **Tratamento de água para geração de vapor: caldeiras.** Disponível em: <http://www.snatural.com.br/PDF_arquivos/Torre-Caldeira-Tratamento-Agua-Caldeira.pdf>. Acesso em 28 out. 2018.

FAAG – FACULDADE DE AGUDOS

RENATO WILLIAN JORDAN

ROBSON RESENDE

**VIABILIDADE DO RERREFINO DE ÓLEO LUBRIFICANTE:
CONSCIENTIZAÇÃO E GESTÃO DO DESCARTE DO ÓLEO LUBRIFICANTE
USADO.**

Monografia de conclusão de curso de
Graduação em Bacharel em Engenharia de
Produção.

Orientadora: Prof^a. Dra. Mariana Falcão
Bormio

Agudos – SP
2018

FAAG – FACULDADE DE AGUDOS

**VIABILIDADE DO RERREFINO DE ÓLEO LUBRIFICANTE:
CONSCIENTIZAÇÃO E GESTÃO DO DESCARTE DO ÓLEO LUBRIFICANTE
USADO.**

Monografia de conclusão de curso de Graduação em Bacharel em Engenharia de Produção.

RENATO WILLIAN JORDAN

ROBSON RESENDE

Orientadora: Prof^a. Dra. Mariana Falcão Bormio

Agudos – SP
2018

RENATO WILLIAN JORDAN
ROBSON RESENDE

**VIABILIDADE DO RERREFINO DE ÓLEO LUBRIFICANTE:
CONSCIENTIZAÇÃO E GESTÃO DO DESCARTE DO ÓLEO LUBRIFICANTE
USADO.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Examinadora do Curso de engenharia de produção, Faculdade de Agudos - FAAG, sob orientação da Prof^a. Dra Mariana falcão Bormio.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Orientadora: Dra Mariana Falcão Bormio

Prof. **Titulação e Nome**

Prof. **Titulação e Nome**

Agudos, ____ de _____ de ____.

DEDICATÓRIA

Dedicamos nosso trabalho primeiramente a Deus, que nos abençoou muito e nos deu força para continuar até onde estamos hoje. Aos nossos familiares, por nos ensinarem a retidão do caminho. Aos mestres, que com sua paciência, antes de nos ensinarem, fizeram-nos aprender. Aos nossos colegas de classe, pelo convívio fraternal e familiar. A Todos, nosso, **MUITO OBRIGADO!**

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecemos a Deus, o centro e o fundamento de tudo em nossas vidas, por renovar a cada momento nossas forças e disposição e pelo discernimento concedido ao longo dessa jornada.

A nossas famílias pelo apoio, incentivo e dedicação ao longo deste curso que o caminho muitas vezes foi complicado e árduo, mas que sem o apoio incondicional de nossos entes queridos seria impossível chegarmos até aqui. Que sempre nos mostraram que seríamos capazes. Familiares amamos vocês. Obrigado.

Aos nossos colegas, que ao longo do curso foram muito especiais, ajudando uns aos outros, motivando-nos a continuar com persistência e muita alegria, por toda cumplicidade, porque em vocês encontramos verdadeiros irmãos. Há vocês queridos amigos nosso carinho eterno.

Aos queridos professores que com tanto zelo e inteligência nos passaram seus conhecimentos nos quais hoje podemos desfrutar. Por toda paciência, atenção, amizade, respeito na qual fez de nós pessoas melhores. Que todos vocês ao longo de vossas vidas continuem transmitindo todo conhecimento que nos ajudaram a chegarmos até aqui. Saúde, sucesso e vida longa aos mestres.

RESUMO

Reciclar é dar continuidade na qualidade e sustentabilidade a vida do ser humano, por este motivo o rerrefino do óleo lubrificante usado e ou contaminado é de suma importância para vida humana, fauna e flora. Atualmente no Brasil a quantidade de óleo lubrificante utilizado em veículos, máquinas e equipamentos apenas 37% é realizada a coleta e destinado para o rerrefino. Fatores como a conscientização ambiental e ou gestão de resíduos e até mesmo maior intensidade de fiscalização corroboram para o cenário atual, que vai desde o descarte em locais abertos, ou a utilização de forma clandestina como a queima e como forma de combustíveis. Com concentração maior nas regiões sul e sudeste, a atividade de coleta ainda pode ser preocupante ante o cenário nacional que possui apenas 14 empresas cadastradas e autorizadas para o processo de rerrefino de óleo lubrificante usado e ou contaminado. Esta pesquisa teve por objetivo apresentar a viabilidade do rerrefino do óleo, assim como que a falta da gestão do descarte de óleo contribui para o baixo volume desse processo. Comprovar que a falta de conscientização ambiental e má gestão da destinação final do óleo influenciam no baixo volume do rerrefinado. O desenvolvimento da pesquisa que é do tipo documental indireta se deu em etapas sendo a primeira uma revisão bibliográfica sobre o tema proposto, considerando as palavras chave gestão do descarte, logística reversa e rerrefino do óleo lubrificante.

Palavras-chave: Conscientização ambiental, rerrefino de óleo, logística reversa, gestão do descarte do óleo.

ABSTRACT

To recycle is to give continuity in the quality and sustainability of human life, for this reason the use of used and / or contaminated lubricating oil is of paramount importance for human life, fauna and flora. Currently in Brazil the amount of lubricating oil used in vehicles, machinery and equipment only 37% is collected and destined for rerrefino. Factors such as environmental awareness and or waste management and even greater control intensity corroborate to the current scenario, ranging from the disposal in open places, or the use of clandestine form as the burning and as form of fuels. With a higher concentration in the South and Southeast regions, the collection activity can still be worrisome before the national scenario that has only 14 companies registered and authorized for the rerrefino process of used and / or contaminated lubricating oil. The aim of this research was to present the feasibility of oil refining, as well as the lack of management of oil discarding, contributing to the low volume of this process. To prove that the lack of environmental awareness and poor management of the final destination of the oil influences the low volume of the re-refining. The development of research that is of the indirect documentary type was carried out in stages, being the first one a bibliographical revision on the proposed theme, considering the keywords management of the discard, reverse logistics and rerrefino of the lubricating oil.

Keywords: Environmental awareness, oil refining, reverse logistics, oil disposal management.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	5
2 ÓLEO LUBRIFICANTE	7
2.1 PRODUÇÃO DE ÓLEO LUBRIFICANTE DO BRASIL.....	9
3 RERREFINO DO ÓLEO LUBRIFICANTE	12
4 DIREITOS E OBRIGAÇÕES, LEI 12.305/2010.....	13
4.1 DIREITOS E OBRIGAÇÕES DO COLETOR DE ÓLEO LUBRIFICANTE USADO OU CONTAMINADO (OLUC).....	15
4.2 DIREITOS E OBRIGAÇÕES DO GERADOR DE ÓLEO LUBRIFICANTE USADO OU CONTAMINADO (OLUC).....	16
4.3 DIREITOS E OBRIGAÇÕES DO PRODUTOR DE ÓLEO LUBRIFICANTE USADO E OU CONTAMINADO (OLUC).	17
4.4 DIREITOS E OBRIGAÇÕES DO RERREFINADOR DE ÓLEO LUBRIFICANTE USADO E OU CONTAMINADO (OLUC).	17
4.5 SANÇÕES.....	18
5 LOGÍSTICA REVERSA.....	19
6 DESCARTE SUSTENTÁVEL.....	23
7 OBJETIVO.....	27
8 METODOLOGIA.....	28
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	28
10 BIBLIOGRAFIA.....	29

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Ilustração esquemática do sistema petrolífero.....	08
Figura 2 – Processo de Destilação de Petróleo.....	09
Figura 3 – Fluxograma de Extração e funcionamento mercadológico de Petróleo.	11
Figura 4 - Fluxograma do processo de rerrefino.....	13
Figura 5 - Fluxograma de coleta de óleo usado. Ciclo Legal e Ciclo Ilegal.....	22
Figura 6 - Indicador de coleta e consumo de lubrificante no Brasil.....	22
Figura 7 - Logística reversa de Lubrificante Usado.....	23
Figura 8 - Diagrama de Logística de Abastecimento.....	26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ASTM – American Society for Testing and Materials.

ANP – Agência Nacional de Petróleo.

ANTT – Agência Nacional de Transporte Terrestres.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente.

OLUC – Óleo Lubrificante Usado ou Contaminado.

CCR – Certificado de Recebimento.

CCO – Certificado de Coleta de Óleo.

CTF -Cadastro Técnico Federal.

DNC- Departamento Nacional de Combustíveis.

GLP – Gás Liquefeito de Petróleo

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.

NBR - Norma Brasileira

REDUC – Refinaria Duque de Caxias.

RLAM – Refinaria Landulpho Alves.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente conservação ambiental, economia ou sustentabilidade são as palavras que muitas empresas utilizam em seus discursos internos, quando se fala em conservação ambiental. A gestão do óleo lubrificante usado é algo distante da realidade em muitas instituições, seja de pequeno, médio ou grande porte. Conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT NBR-10004:2004, o óleo lubrificante usado é classificado como Resíduo de Classe I – Perigoso.

Segundo o artigo 225 da Portaria 727/90, do Departamento Nacional de Combustíveis (DNC), todos tem o direito de um meio ambiente ecologicamente equilibrado, assegurando a não contaminação de água, ar e terra.

Atualmente, apenas nos estados das regiões sul e sudeste, os níveis de coleta enquadram-se na determinação da portaria Agência Nacional de Petróleo (ANP)125/99 (coleta relativa a 30% do volume de óleo acabado comercializado). Ainda de acordo com os dados do Sindirrefino, para o período acima analisado, os estados de Roraima, Rondônia, Amazonas, Acre, Amapá e Pará configuram-se como áreas onde a coleta foi praticamente nula (Távora, Sérgio P, pág.13)

Segundo Trigueiro (2005, p.102) em seu livro “Mundo Sustentável” “um dos grandes problemas ambientais do planeta é, curiosamente, uma das maiores paixões da humanidade. O século 20 foi marcado pelo “boom “do automóvel, que se transformou num sonho de consumo da era moderna”.

De acordo com o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)09/93, o óleo lubrificante usado, seja de origem automotiva ou industrial necessita ser recuperado. O processo químico conhecido como Rerrefino de óleo tem como preocupação central o atendimento a gestão ambiental, pois o óleo usado tem um alto teor de metais pesados. E é normatizado pela CONAMA-09/93 (anexo 2). A preocupação com o destino do óleo lubrificante usado tem uma implicação ambiental, devido ao alto teor de metais pesados nele concentrados após sua utilização.

A maior parte do óleo coletado para Rerrefino é proveniente do uso automotivo. Dentro desse uso estão os óleos de motores à gasolina (carros de passeio) e motores diesel (principalmente frotas). As fontes geradoras (postos de combustíveis, super. trocas, transportadoras, etc.) são numerosas e dispersas, o que aliado ao fator das longas distâncias acarreta grandes dificuldades para coleta dos óleos lubrificantes usados. (PÉCORA 2004, p.4).

A relevância do assunto está diretamente ligada aos aspectos ambientais e econômicos, pois a destinação inadequada gera contaminações de mananciais, solo, ar e ao ecossistema. Além de descartar um produto que por suas características químicas podem voltar ao mercado através do Rerrefino, contribuindo para a diminuição da exploração do petróleo. O óleo usado pode contribuir consideravelmente no desenvolvimento socioeconômico onde suas usinas estão instaladas, gerando emprego e desenvolvimento além da contribuição para que este produto não seja descartado de forma indevida no meio ambiente.

Atualmente apenas 37% do óleo lubrificante usado e ou contaminado, que é utilizado em veículos, máquinas e equipamentos no Brasil é destinado para coleta e rerrefino (LWART, 2017).

Gestão do descarte deste óleo, e a falta de programas com foco na educação ambiental e conscientização do uso inadequado do óleo são os fatores que contribuem para o baixo volume de rerrefino do óleo.

Esta pesquisa teve por objetivo apresentar a viabilidade do rerrefino do óleo, assim como que a falta da gestão do descarte de óleo contribui para o baixo volume desse processo.

Comprovar que a falta de conscientização ambiental e má gestão da destinação final do óleo influenciam no baixo volume do rerrefinado.

Como objetivos específicos definiu-se:

- Coletar dados sobre programas de conscientização ambiental, que abordam o assunto do descarte de óleo.
- Buscar dados de empresa que realiza a coleta e o processamento de rerrefino, fazer um levantamento teórico e bibliográfico do assunto evidenciando os aspectos da viabilidade econômica e dados dos impactos ambientais causado pelo mal gerenciamento do descarte do óleo usado.

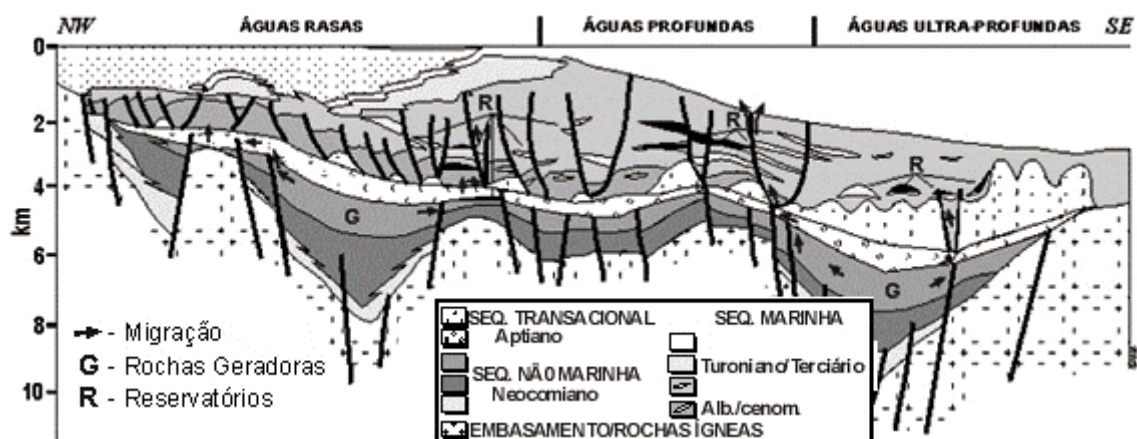
O desenvolvimento da pesquisa, que é do tipo documentação indireta, se deu em uma revisão bibliográfica sobre o tema proposto, considerando as palavras chave gestão do descarte, logística reversa e rerrefino do óleo lubrificante.

2 ÓLEO LUBRIFICANTE

O óleo lubrificante é um produto extraído do petróleo, que tem como formação o acúmulo de bio-elementos, que estão presentes normalmente nos leitos dos oceanos. Estes bio-elementos são matérias orgânicas de decomposição de animais, microrganismos marinhos.

De acordo com a American Society for Testing and Materials (ASTM 2011) “O petróleo é uma mistura de ocorrência natural, consistindo predominantemente de hidrocarbonetos e derivados de orgânicos sulfurados, nitrogenados e /ou oxigenados, o qual é, ou pode ser removido da terra no estado líquido”. A figura 1 mostra o fundo do mar em suas formas geológicas para a exploração do petróleo.

Figura 1: Ilustração esquemática do sistema petrolífero.



Fonte: Rangel & Martins, 1998.

Uma importante observação a referente ao petróleo diz respeito a heterogeneidade de suas composições.

Segundo a ANP (2010) o refino de petróleo é um conjunto de processos que visa o processamento do óleo cru em derivados que tenham valor agregado comercialmente.

Refino, segundo Castro (2011, apud Martinez 1999), é um processo de diversas etapas, da destilação ao tratamento de derivados e tem como principais processos:

I- Destilação, separação do petróleo com o uso de calor em torres, na qual cada fração é liberada com a temperatura;

II- Craqueamento, quebra de moléculas maiores do óleo em moléculas menores (mais leves);

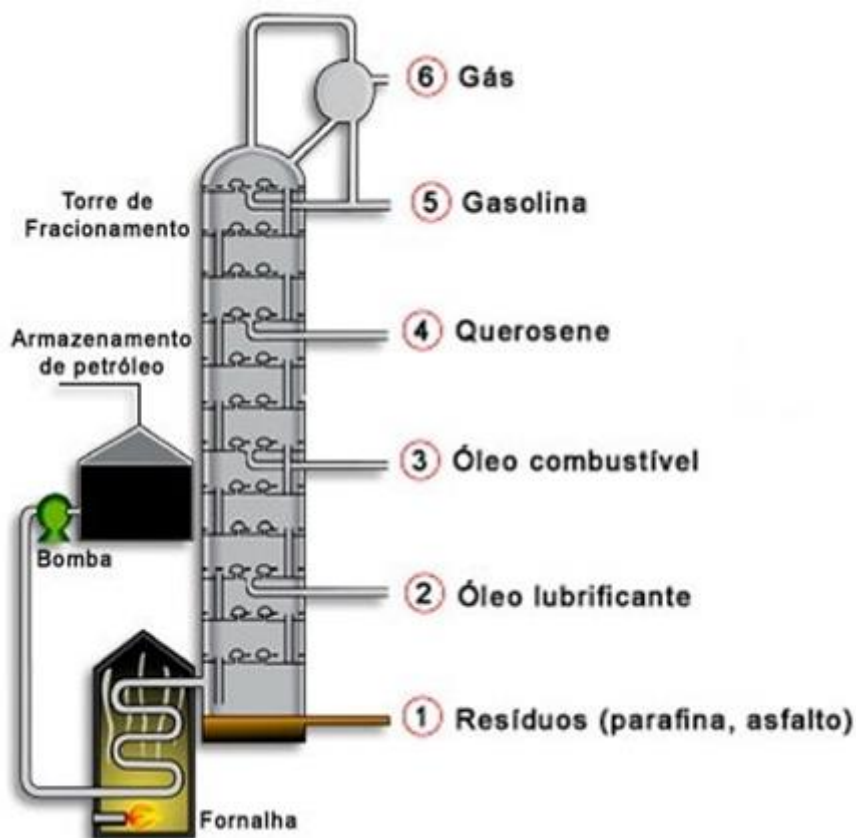
III- Reforma, processo com uso de catalisadores para transformar nafta com baixo índice de octana nas em outro com índice mais elevado e produção de hidrocarbonetos aromáticos;

IV- Tratamento de derivados, processos para melhoria das características e a retirada de componentes indesejados dos derivados.

Segundo Gândara (2000), óleos lubrificantes são parte deste processo, que após o petróleo bruto ou cru passar por aquecimento em torres de destilação é obtido o óleo lubrificante. Este óleo é conhecido como óleo base que tem como aplicação reduzir os atritos, desgastes e lubrificar motores, engrenagens de composição de ferro. Mas para chegar a este fim de uso é necessário acrescentar aditivos que o classificarão de acordo com a necessidade de uso ou especificação de engenharia para cada equipamento.

A figura 2 mostra o processo de destilação do petróleo bruto, passando por várias temperaturas as quais é extraído seu subproduto.

Figura 2: Processo de Destilação de Petróleo.



Fonte: Só Biologia, 2011.

De acordo com Gonçalves, et al (2011), cerca de 2% do total do petróleo extraído no Brasil é convertido em produção de óleo lubrificante que tem como uso fim industriais, em motores a diesel, turbinas, ferramentas de corte, dentre outros. Dos derivados do petróleo como Diesel, Gás Liquefeito de Petróleo (GLP), Gasolina e Querosene, os óleos lubrificantes estão entre os poucos derivados que não são consumidos em sua plenitude. Existe um período pré determinado para este derivado, conforme estipulam os fabricantes de acordo com a categoria do lubrificantes, pois após um período de uso e intensidade sofrem alterações em suas estruturas moleculares, formando compostos oxigenados, poli aromáticos, resinas a qual podem ser contaminados com metais.

2.1 Produção de Óleo Lubrificante do Brasil.

Segundo Castro (2011, apud Leite 2003), o óleo lubrificante representa cerca de 5% do volume total do petróleo refinado, sendo obtido através da destilação do petróleo.

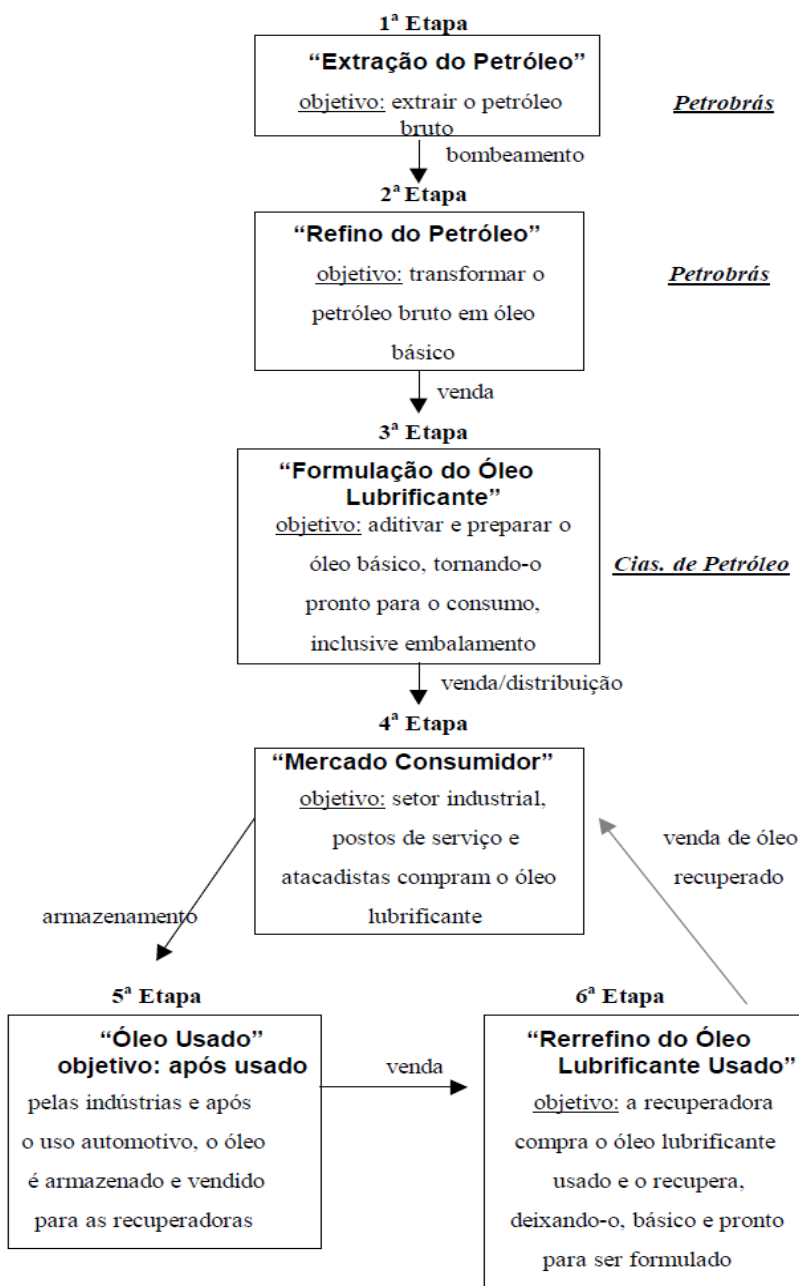
No Brasil, as refinarias de REDUC (Refinaria Duque de Caxias), no Rio de Janeiro, e RLAM (Refinaria Landulpho Alves), na Bahia, fabricam produtos denominados “óleos básicos” e destinados à indústria de mistura e envasilhamento, que recebem o adicionamento de componentes aditivos, em função das necessidades tecnológicas para cada tipo de aplicação. Os óleos lubrificantes acabados contêm cerca de 90% de óleos básicos e 10% de aditivos e são produzidos pelas indústrias de derivados de petróleo mundiais e distribuídos: 70% ao setor automotivo e 30% ao setor industrial.

Segundo Kotlher (1998), os diversos segmentos organizacionais se envolvem os setores econômicos como em um modelo de corrente, no marketing este encadeamento é denominado Sistema Mercadológico.

No Brasil a extração e refino do petróleo são de monopólio da Petrobrás, e o setor é regulamentado pela Resolução do CONAMA – 09/93. Existem empresas privadas que atuam no processamento do lubrificante básico.

Representa o funcionamento de um setor no mercado no caso do petróleo e seus derivados o Sistema Mercadológico no Brasil é apresentado na Figura 3.

Figura 3: Fluxograma de Extração e funcionamento mercadológico de Petróleo.



Fonte: Gândara, 2000.

As especificações de óleo básico no primeiro refino e os rerrefinados são direcionados pelas Portarias ANP n° 129 e n° 130 de 1999, respectivamente. Embora no Brasil tenha a exploração de petróleo e empresas de rerrefino, a

dependência do mercado externo pode fazer que seja considerado dependente de lubrificantes básicos importados.

As mudanças e aumento de exigências ambientais tem refletido diretamente na questão de projetos, principalmente para motores veiculares, forçando as montadoras de veículos a se inovarem no mercado. Neste quesito os lubrificantes têm papel importantíssimo, exigido cada vez mais seu desempenho com a inclusão de aditivos.

3 RERREFINO DO ÓLEO LUBRIFICANTE

O Brasil possui quatorze empresas de rerrefino cadastradas que realizam o processamento em aproximadamente 78.286.091,00 litros de OLUC (ANP 2018) por mês, quadro esse que configura uma carência na utilização de óleo lubrificante para seu consumo interno.

“A produção das refinarias atende apenas 46% e o rerrefino local cerca de 20% da demanda nacional. No caso das importações, cerca de 60% são provenientes dos Estados Unidos, seguido de Itália, 15% e Coréia do Sul 11%.

No mercado de lubrificantes acabados, o saldo negativo do comércio exterior brasileiro foi, em 2012, de 95 mil toneladas (importações de 136 mil toneladas e exportações de 41 mil toneladas). Esse saldo representou, em volume, aproximadamente 8% da demanda local em 2012.” (ANP, 2016, p54.).

Com o rerrefino o país economiza divisas, garantindo a reposição do produto no mercado, poupando os recursos naturais e preservando o meio ambiente. Este processo é importante para sustentabilidade ambiental do país, pois devolve nobreza ao óleo mineral, que pode ser reutilizado várias vezes (LWART, 2018).

O rerrefino de OLUC é um processo industrial que transforma o óleo usado em óleo básico novamente e evita que este resíduo perigoso seja descartado no meio ambiente. Desta forma, o óleo rerrefinado segue o caminho da sustentabilidade, fechando o ciclo de vida do produto, que retorna ao mercado por meio de formuladoras de óleo lubrificante (LWART, 2018).

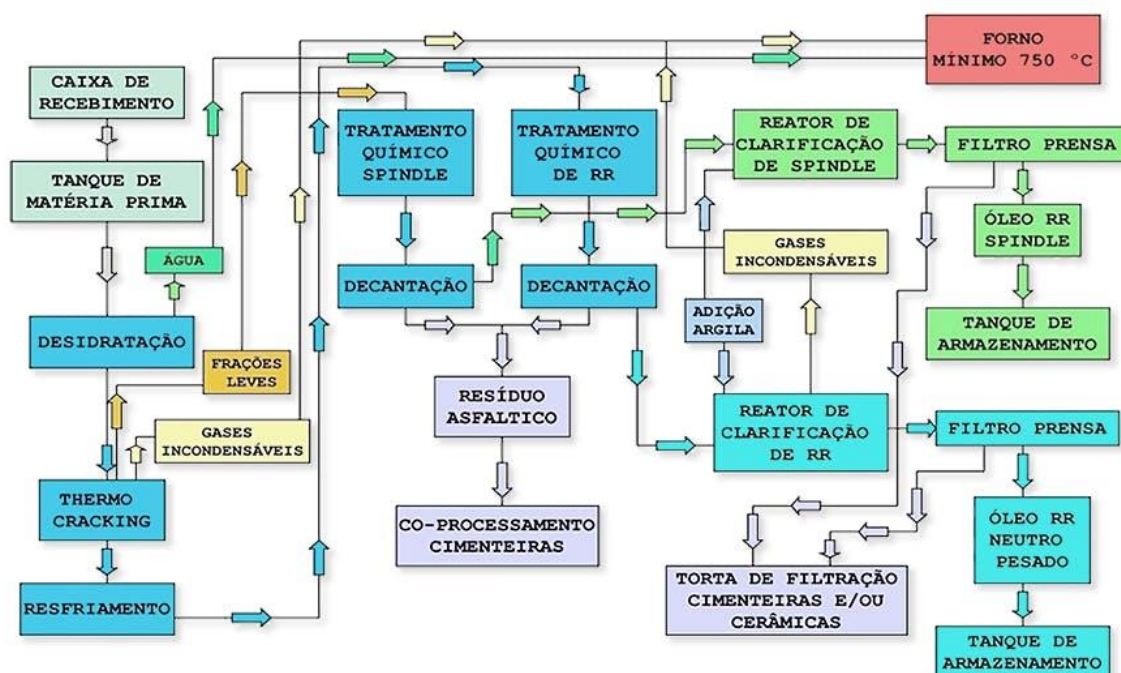
De acordo com a CONAMA 362 (2005), no seu art. 1º, todo óleo lubrificante usado ou contaminado deverá ser recolhido e ter a destinação final. É com esta regulamentação que o processo de rerrefino de óleo lubrificante usado tem atuado.

Segundo Felício (2012, apud Tristão 2008), a produção no Brasil em 2006 foi de um bilhão de litros de óleo lubrificante, na qual foram gerados 450

milhões de litros de óleo lubrificante usado, onde apenas 25 % foram coletados e rerrefinados, ou seja, 250 milhões de litros, o que torna os restante dos 200 milhões de litros tendo seu destino desconhecido ou inadequado.

A figura 4 mostra o fluxograma do processamento de rerrefino de óleo lubrificante usado ou contaminado.

Figura 4: Fluxograma do processo de rerrefino.



Fonte: Sindirrefino, 2018.

4 DIREITOS E OBRIGAÇÕES, LEI 12.305/2010

Segundo a Lei 12.305/2010 da política nacional de resíduos sólidos que está regulamentada pelo decreto 7.404/2010, a responsabilidade legal pela destinação final correta é compartilhada. Todos os agentes da cadeia têm participação fundamental para o êxito dos sistemas de logística reversa. O órgão regulador das atividades que integram a indústria do petróleo e gás natural e a dos biocombustíveis no Brasil é a ANP que é responsável pela execução da política nacional para o setor energético do petróleo, gás natural e biocombustíveis.

De acordo com a Lei o descarte correto para o rerrefino está dividido em duas esferas de responsabilidade que são a de coletor e coleta.

Coletor é a pessoa jurídica devidamente autorizada pelo órgão regulador da indústria do petróleo e licenciada pelo órgão ambiental competente para realizar atividade de coleta de óleo lubrificante usado ou contaminado.

Coleta é a atividade de retirada do óleo usado ou contaminado do seu local de recolhimento e de transporte até à destinação ambientalmente adequada.

O Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), é o órgão consultivo e deliberativo do sistema nacional do meio ambiente (SISNAMA), que foi instituído pela lei 6.938/81, e que dispõe sobre a política nacional do meio Ambiente, regulamentada pelo decreto 99.274/90 e que definem os termos de Coletor, Gerador, Importador, Óleo Lubrificante Básico, Óleo Lubrificante Usado e ou Contaminado, Produtor, Rerrefinador e Rerrefino.

Coletor Pessoa jurídica devidamente autorizada pelo órgão regulador da indústria do petróleo e licenciada pelo órgão ambiental competente para realizar atividade de coleta de óleo lubrificante usado ou contaminado.

Gerador é a pessoa física ou jurídica que, em decorrência de sua atividade, gera óleo lubrificante usado ou contaminado.

Importador é a pessoa jurídica que realiza a importação do óleo lubrificante acabado, devidamente autorizada para o exercício da atividade; Instituto brasileiro do meio ambiente e dos recursos

Óleo lubrificante básico é o principal constituinte do óleo lubrificante acabado, que atenda a legislação pertinente.

Óleo lubrificante usado ou contaminado (OLUC) é o óleo lubrificante acabado que, em decorrência do seu uso normal ou por motivo de contaminação, tenha se tornado inadequado à sua finalidade original.

Produtor é a pessoa jurídica responsável pela produção de óleo lubrificante acabado em instalação própria ou de terceiros, devidamente licenciada pelo órgão ambiental competente, e autorizada para o exercício da atividade pelo órgão regulador da indústria do petróleo.

Rerrefinador é a pessoa jurídica, responsável pela atividade de Rerrefino, devidamente autorizada pelo órgão regulador da indústria do petróleo para a atividade de Rerrefino e licenciada pelo órgão ambiental competente;

Rerrefino é uma categoria de processos industriais de remoção de contaminantes, produtos de degradação e aditivos dos óleos lubrificantes usados ou contaminados, conferindo aos mesmos características de óleos básicos, conforme legislação específica.

Todo produtor de Óleo Lubrificante Usado e ou contaminado (OLUC), tem seus direitos e obrigações a serem seguidas.

4.1 Direitos e Obrigações do Coletor de Óleo Lubrificante Usado ou Contaminado (OLUC)

É direito do coletor ser ressarcido pela coleta, que deve ser custeada pelo produtor ou importador de todo óleo lubrificante usado ou contaminado. Óleos com produtos químicos, como solventes, água e outras substâncias prejudicarão a reciclagem, liberando o coletor da obrigação de recolhê-lo.

Exigir o certificado de recebimento (CCR) do Rerrefinador para comprovar o destino adequado do óleo lubrificante usado ou contaminado.

É obrigação Sempre emitir o certificado de coleta de óleo (CCO) a cada volume coletado.

Destinar todo óleo lubrificante usado ou contaminado ao Rerrefino. Manter contrato de coleta com um ou mais produtores ou importadores, com intermediação do Rerrefinador, enviando à ANP cópia dos contratos firmados.

Portar e apresentar durante a coleta ou quando solicitado:

- Autorização da ANP para coleta e transporte de óleo, bem como o cadastro dos veículos no órgão.
- Licença do órgão ambiental para transporte e armazenagem. Informar ao IBAMA no que diz respeito ao CTF (Cadastro Técnico Federal), o volume de óleo lubrificante usado ou contaminado coletado e destinado ao Rerrefinador.

Disponibilizar ao produtor, importador ou distribuidor o certificado de recebimento (CCR) emitido pelo Rerrefinador, que comprova a destinação correta do óleo lubrificante usado ou contaminado.

Informar, mensalmente, à ANP:

- Estoque inicial de OLUC;
- Volume coletado por produtor ou importador (CCO);
- Volume destinado ao Rerrefino (CCR).

4.2 Direitos e Obrigações do Gerador de Óleo Lubrificante Usado ou Contaminado (OLUC)

É direito da fonte geradora (OLUC) exigir do coletor:

- Certificado de coleta de óleo (CCO);
- Autorização da ANP para coleta e transporte de óleo;
- Licença do órgão ambiental para transporte e armazenagem.

É obrigação do Gerador Comercializar o óleo lubrificante usados exclusivamente com coletores autorizados pela ANP e arquivar os Certificados de Coleta de Óleo (CCOs) por cinco anos, para fiscalizações. Recolher o óleo lubrificante usado e armazená-lo de forma adequada e segura, considerando:

- Recipientes indicados
- Locais apropriados
- Bacia de contenção.

Consumidores que são pessoas físicas deverão destinar o óleo adequadamente, seguindo as recomendações contidas nos rótulos do óleo.

4.3 Direitos e Obrigações do Produtor de Óleo Lubrificante Usado e ou contaminado (OLUC)

É direito do produtor exigir do coletor o certificado de recebimento (CCR), emitido pelo Rerrefinador, para comprovar o destino adequado do óleo lubrificante usado ou contaminado.

Receber o produto transportado por veículo registrados por órgão ambiental e autorizado pela ANP, desde que seguindo normas de transporte de produtos perigosos e ANTT.

É obrigação do produtor implementar sistemas de logística reversa, visando o retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de acordo com o determinado pela Resolução 362/2005 do CONAMA. Atender a proporção mínima de coleta de óleo lubrificante usado ou contaminado de acordo com o volume comercializado, considerando sua participação no mercado de óleo acabado por região.

Esta obrigação pode ser delegada para coletores autorizados pela ANP. Manter o contrato arquivado, com a assinatura do Rerrefinador, por cinco anos para eventuais fiscalizações. Incluir as informações técnicas sobre o destino adequado do óleo, após seu uso, nas embalagens do óleo lubrificante acabado.

4.4 Direitos e Obrigações do Rerrefinador de Óleo Lubrificante Usado e ou contaminado (OLUC)

É direito não receber óleo lubrificante em condições que impossibilitem sua reciclagem (contaminados com emulsões oleosas, óleos biodegradáveis, produtos químicos, solventes ou água em excesso).

Exigir do coletor:

- Certificado de coleta de óleo (CCO);
- Autorização da ANP para coleta e transporte de óleo;
- Licença do órgão ambiental para transporte e armazenagem.

- Utilizar ou comercializar subprodutos gerados no processo industrial do Rerrefino.

É obrigação do Rerrefinador deve receber óleo lubrificante usado ou contaminado exclusivamente de coletores ou outro Rerrefinador autorizados pela ANP.

Comercializar óleo básico rerrefinado apenas com produtores de óleo lubrificante e graxa que sejam autorizados pela ANP. Emitir o Certificado de Recebimento (CCR), e armazenar por cinco anos para fiscalizações. Produzir óleo básico rerrefinado atendendo as especificações da Resolução 130/99 da ANP. Enviar informações sobre a movimentação de óleo lubrificante usado ou contaminado e sobre o óleo básico rerrefinado à ANP mensalmente, e ao IBAMA e órgãos ambientais, quando solicitado. Resíduos inservíveis do processo devem ser inertizados e destinados com aprovação do órgão ambiental responsável.

4.5 Sanções

Reparação civil (indenizações) recomposição dos danos (materiais e/ou morais) causados pelo descumprimento das obrigações. Restauração e recuperação de áreas degradadas. Interdição e apreensão de bens para que não sejam mais utilizados.

Penas administrativas:

Advertência;

Multa (simples ou diária);

Destruição ou inutilização do produto;

Suspensão de venda e fabricação do produto;

Embargo de obra ou atividade e suas respectivas áreas;

Demolição de obra;

Suspensão parcial ou total das atividades;

Apreensão de mercadorias e apetrechos.

Condenações criminais:

Prestação pecuniária (multa);

Prestação de serviços à comunidade ou a entidades públicas.

Condenações criminais:

Interdição temporária de direitos;

Proibição do exercício de cargo, função, profissão, atividade ou ofício que dependam de habilitação especial, de licença ou autorização do poder público;

Suspensão de autorização ou de habilitação para dirigir veículo.

Condenações criminais: restrição da liberdade (detenção ou reclusão), isto é, pena de prisão aplicada ao infrator.

FONTE: Documento de circulação grupo Lwart Lubrificante, ano 2015.

5 LOGÍSTICA REVERSA

A logística reversa tem como principal objetivo desenvolver ações para facilitar o retorno dos resíduos aos seus geradores para que sejam tratados ou reaproveitados. Criar práticas de consumo e de destinação de resíduos mais sustentáveis. Cada ator deve assumir o seu papel para que soluções como reciclagem, reaproveitamento, coleta e logística reversa sejam eficazes. A indústria é a principal utilizadora de recursos naturais e vem oferecendo diversas soluções para reintegrar os resíduos resultantes das suas atividades ao processo produtivo. Acordos setoriais que indiquem o percurso mais adequado para cada tipo de resíduo.

A logística reversa do óleo lubrificante usado é um importante instrumento de desenvolvimento econômico. Por meio do Rerrefino, o óleo lubrificante usado é reciclado, adquirindo novamente as características do óleo proveniente do primeiro refino. O que era um resíduo perigoso torna-se novamente produto nobre, sendo reinserido no mercado, contribuindo para o abastecimento de matéria-prima nacional (LWART, 2017).

Com a Destinação correta do óleo lubrificante usado com o volume de 100 barris de petróleo, é possível extrair dois a 3 barris de óleo básico mineral para a fabricação de óleo lubrificante acabado utilizado nos equipamentos. Após o uso, por meio do processo de Rerrefino, do mesmo volume de 100 barris de óleo lubrificante usado (resíduo) é possível extrair em média 70 barris de óleo básico

mineral para fabricar óleo lubrificante acabado, sendo possível assegurar a mesma qualidade do produto extraído de primeiro refino (LWART, 2017).

O óleo lubrificante é composto por uma fração nobre do petróleo, um produto finito, o que justifica um cuidado e zelo, propiciando a máxima recuperação de seus constituintes.

As fontes geradoras de óleo lubrificante usado (indústrias, concessionárias, super. trocas, oficinas, transportadoras, postos de combustível) devem estar atentas no atendimento à legislação, e direcionar o resíduo às empresas autorizadas pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) para realizar a coleta e o Rerrefino. Quem, sob qualquer forma entregar o óleo lubrificante usado para coletores não cadastrados na ANP comete crime ambiental.

No Brasil são consumidos anualmente mais de 1,4 bilhões de litros de óleos lubrificantes. Destes, apenas 38% são destinados para a coleta e Rerrefino. Mesmo com divulgação de informações ambientais para conscientização, grande parte do óleo lubrificante usado ou contaminado ainda é descartado de maneira inadequada, provocando a contaminação da água, do solo e do ar.

Todo brasileiro é responsável pelo cumprimento da lei. É importante estar atento para onde vai o óleo após sua utilização, a destinação tem que ser correta, então procure trocar o óleo de seu carro somente em locais que armazenam este produto corretamente e o destinam para coletores autorizados. Faça a sua parte: compartilhe a sua responsabilidade!

Nosso trabalho de preservação não tem fim. Ainda bem, pois os recursos naturais têm!

Coleta e Rerrefino do óleo lubrificante usado: atitude que garante o futuro das próximas gerações!

A figura 5 representa o ciclo legal do (OLUC), e também demonstra o ciclo ilegal e danos causados ao meio ambiente.




Figura 5: Fluxograma de coleta de óleo usado. Ciclo Legal e Ciclo Ilegal.



Fonte: Documento de circulação externa (LWART), 2014

A figura 6 mostra o indicador de coleta e consumo de lubrificantes no Brasil, que anualmente são consumidos mais de 1,4 bilhões de litro de óleo lubrificante. Deste apenas 37% são destinados para o rerrefino.

Figura 6: Indicador de coleta e consumo de lubrificante no Brasil.

	Litros	
Consumo de Lubrificantes	1.412.731.489	
(-) Dispensados de coleta	286.914.151	
Coletado	416.607.481	
Percentual coletado	37,0%	
Meta coleta (nível Brasil)	36,9%	

Fonte: ANP – Balanço 2012

Fonte: ANP – Balanço 2012.

A figura 7 apresenta a logística reversa correta do óleo lubrificante usado no Brasil, que tem como finalidade aplicar um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e restituição de resíduos contaminados ao setor empresarial.

Figura 7: Logística reversa de Lubrificante Usado



Fonte: ANP – BALANÇO 2012

6 DESCARTE SUSTENTÁVEL

O óleo usado possui uma carga poluidora muito elevada e seu descarte de forma inadequada representa grande risco a saúde humana e a contaminação do ambiente, além de não-conformidades segundo a lei de resíduos sólidos vigente no Brasil, que o classifica como resíduo perigoso de classe I. Neste contexto, surge a importância da destinação correta deste produto, de maneira a cumprir a legislação e, ao mesmo tempo, criar uma oportunidade competitiva a partir da exploração de um nicho de mercado em desenvolvimento no Brasil, o de atividades econômicas sustentáveis.

O descarte de forma inadequada do óleo é considerado crime, pois o óleo é classificado como resíduo perigoso de classe I, segundo norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (NBR 10.004:2004) e apresenta grande potencial de risco ao meio ambiente e à saúde pública. De acordo com a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 9/93), é crime ambiental descartar na natureza, comercializar, fornecer, transportar, queimar ou dar qualquer outro destino, que não seja a recuperação, aos óleos usados. Sendo assim, a questão da reciclagem de óleos lubrificante usado ganha cada vez mais espaço no contexto da conservação ambiental.

O Brasil conta com o conjunto de leis e normas federais, estaduais e municipais, as quais regulam todas as atividades que envolvem o óleo lubrificante, sendo as mesmas bastante claras e eficazes no estabelecimento das obrigações e deveres de todos os envolvidos em cada etapa, desde sua exploração até o descarte final ambientalmente correto. De acordo com o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA 9/93) todo óleo lubrificante usado ou contaminado será, obrigatoriamente, recolhido e terá uma destinação adequada, de forma a não afetar negativamente o meio ambiente. Portanto, é proibida a industrialização e comercialização de novos óleos lubrificantes não recicláveis, tanto nacionais como os importados.

Atualmente existem 14 indústrias rerrefinadoras instaladas no Brasil, devidamente licenciadas para a atividade do Rerrefino de óleos lubrificantes usados ou contaminados. Estas rerrefinadoras estão localizadas da seguinte forma: 7 unidades em São Paulo, 2 unidades no Rio Grande do Sul, 2 unidades em Minas

Gerais, 1 unidade no Rio de Janeiro, 1 unidade no Paraná e 1 unidade na Bahia. Como pode ser observado, fora do eixo sul/sudeste (onde se verifica aproximadamente 70% do consumo nacional de óleos lubrificantes acabados), há apenas um Rerrefinador, localizado na Bahia. Devido as grandes distâncias entre a indústria do Rerrefino e certos locais onde o óleo lubrificante usado é gerado, os rerrefinadores não executam a coleta nestas regiões afastadas. Cabe ressaltar que todos os 14 rerrefinadores cadastrados na ANP também são coletores credenciados, porém há alguns coletores, cadastrados na ANP, que não exercem a atividade de Rerrefino. Desta forma, há coletores no Norte que, apesar de devidamente credenciados pela ANP, permanecem inoperantes quanto à prestação de serviço de coleta de óleo usado ou contaminado devido à ausência da indústria do Rerrefino na região. Desta forma, no Norte a coleta é praticamente nula, sendo mínima também no Nordeste.

Como fator ligado à competição do óleo lubrificante usado com combustível, no norte do país o óleo lubrificante usado ou contaminado (OLUC) é comercializado para a queima descontrolada em motosserras devido aos preços vantajosos que este mercado oferta ao resíduo OLUC. Motosserras são equipamentos utilizados na indústria madeireira, nos quais a mistura gasolina/óleo lubrificante é queimada como combustível;

Já como fator ligado à conscientização ambiental a falta de conscientização e conhecimento da legislação ambiental, por parte dos consumidores de óleos lubrificantes acabados. Poucos têm conhecimento de suas responsabilidades, quanto ao recolhimento e descarte de óleos usados ou contaminados;

No fator ligado à fiscalização dos órgãos ambientais a falta de fiscalização, por parte da ANP e demais órgãos ambientais, os quais permitem que as destinações de óleos lubrificantes usados, nas regiões afastadas dos centros brasileiros de Rerrefino, não sigam as determinações da portaria ANP-125/99;

Quanto ao fator ligado às características regionais, o Brasil é um país de dimensões continentais, cujas características e condições regionais são completamente distintas, principalmente entre norte e sul/sudeste.

Uma destas diferenças, a qual tem interface com o problema aqui analisado, é relativa ao transporte do óleo usado ou contaminado no norte do país.

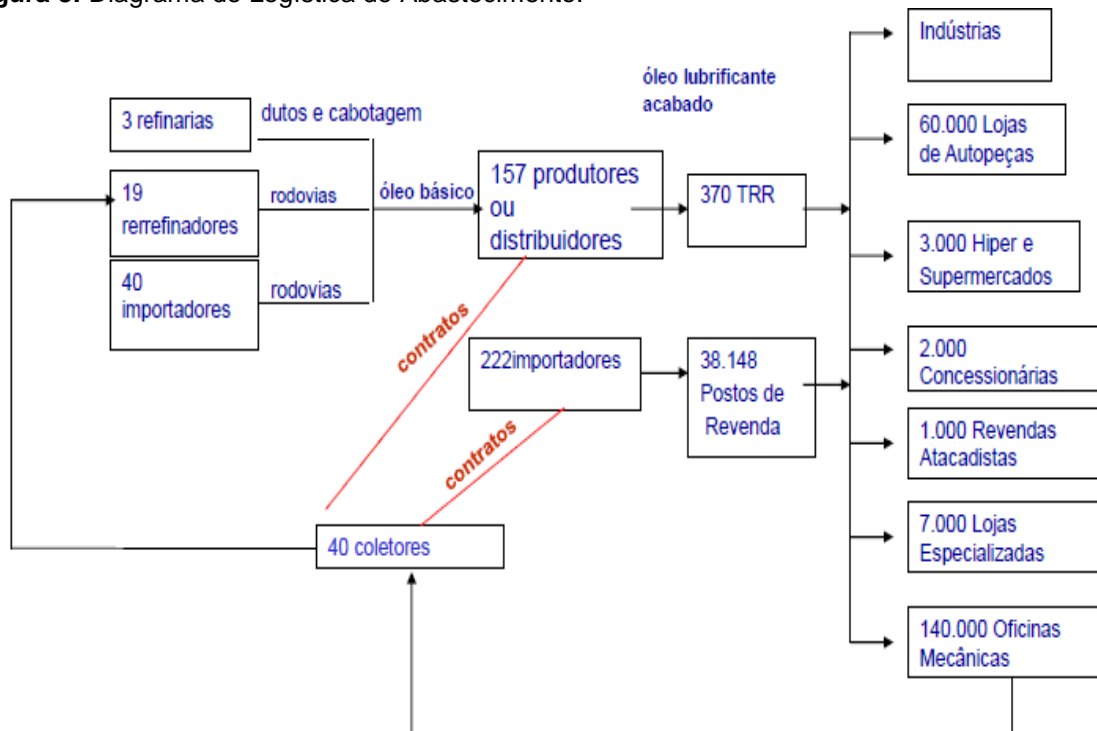
Grande parte do transporte de cargas, inclusive o de resíduos, na região norte é realizado via fluvial através de barcaça, contrastando com o transporte rodoviário das demais regiões do país. O grau de risco existente na movimentação do resíduo, através do seu transporte em rios (risco da contaminação dos rios, em caso de acidente no transporte, com vazamento do resíduo), é fator que limita a coleta na região norte, por parte dos coleta dores/ rerrefinadores.

A necessidade de transitar com o óleo usado em determinadas regiões do Acre, Pará e Rondônia, através de balsas, representa motivo que impede a coleta deste resíduo, por parte dos coleta dores/rerrefinadores cadastrados na ANP, conforme documentado em carta de empresa de coleta/Rerrefino.

Em julho de 2003, o preço de coleta para Manaus, apresentado por empresas coletoras de São Paulo, variou de R\$0,60 à R\$1,20 por litro de óleo usado coletado. No mesmo período, o custo médio da coleta, praticado em contratos genéricos, para as demais regiões do país, era de R\$0,25/litro de óleo coletado.

A figura 8 retrata a condição, gerada pelos fatores acima mencionados, impõe um dilema hipotético ao produtor de óleo lubrificante acabado, quanto ao gerenciamento da questão, no qual ele tem duas alternativas a seguir.

Figura 8: Diagrama de Logística de Abastecimento.



Fonte: ANP 2012.

Os óleos lubrificantes acabados são produzidos através da mistura de óleos lubrificantes básicos minerais ou sintéticos com aditivos. Constituindo-se como a principal matéria prima dos óleos acabados, os óleos básicos minerais podem ser obtidos diretamente do processamento do petróleo bruto ou a partir do Rerrefino dos óleos usados.

Primeiramente para se dar início ao processo adicionam-se aditivos específicos anticorrosivos, antioxidantes, dispersantes, detergentes, melhoradores do índice de viscosidade, etc., capazes de proporcionar as características necessárias às diversas aplicações industriais ou automotivas dos óleos lubrificantes acabados.

Os óleos para aplicações industriais possuem geralmente um menor nível de aditivos que os óleos automotivos.

Durante a fase de armazenamento e guarda dos óleos industriais usados, em seus locais de consumo, existe uma maior possibilidade de sua contaminação por produtos químicos e solventes também usados pelas indústrias

consumidoras dos óleos acabados, fator este que dificulta a sua coleta e, portanto, a sua reciclagem.

Desta forma, considerando que a legislação ambiental atual prioriza o Rerrefino para a reciclagem dos óleos usados, a maior parcela de óleo coletado para reciclagem é proveniente do uso automotivo.

As fontes geradoras deste resíduo são os postos do serviço e empresas transportadoras com frotas de veículos, as quais são numerosas e dispersas, o que também dificulta a sua coleta.

O óleo lubrificante possui a característica de não ser totalmente consumido durante a sua vida útil, o que o diferencia dos demais derivados de petróleo e cria responsabilidades, pela adequada destinação dos resíduos gerados ao final do seu uso, por parte dos seus consumidores.

Os fabricantes de aditivos e os produtores de óleos lubrificantes acabados utilizam tecnologias que permitem o desenvolvimento de produtos com maior vida útil, o que tende a reduzir a geração de óleos usados.

Os óleos usados não são produtos biodegradáveis e desta forma podem causar danos ambientais, caso não sejam adequadamente dispostos. A poluição gerada pelo descarte de óleo usado, de uma única indústria, para o solo ou curso d'água pode ser equivalente ao esgoto doméstico gerado pela população de uma cidade.

A queima indiscriminada do óleo usado, sem tratamento prévio, pode gerar emissões significativas de óxidos metálicos e outros gases tóxicos.

Por conseguinte, observa-se o elevado grau de responsabilidade que deve ser assumido por parte de todos os segmentos envolvidos no ciclo de vida dos óleos lubrificantes, desde a sua produção até a geração e destinação do resíduo do óleo usado durante o seu uso.

7 OBJETIVO

Esta pesquisa teve por objetivo fazer uma revisão bibliográfica sobre a viabilidade do rerrefino do óleo, assim como que a falta da gestão do descarte de óleo contribui para o baixo volume desse processo.

Comprovar que a falta de conscientização ambiental e má gestão da destinação final do óleo influenciam no baixo volume do rerrefinado.

8 METODOLOGIA

O desenvolvimento da pesquisa se deu a partir de uma revisão bibliográfica sobre o tema proposto, considerando as palavras chave gestão do descarte, logística reversa e rerrefino do óleo lubrificante.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desenvolvendo o trabalho chegamos as conclusões e podemos compartilhar com a sociedade que por ventura não tem conhecimento, é de extrema importância o trabalho de coleta e principalmente o do rerrefino deste óleo usado que é tão prejudicial à saúde se usado de maneira irregular, com apenas um litro

de óleo usados é possível contaminar 1 milhão de litros de água potável para consumo humano e a vida dos leitos dos rios e mar, e pelo outro lado 1 litro de óleo usado passado pelo rerrefino 70% dele volta para o seu ciclo real, a extração de petróleo bruto por sua vez se retira óleo base em uma proporção pequena em 100 barris de petróleo bruto somente 2 ou 3 se torna óleo lubrificante, coletar e rerrefinar esse produto é um benefício para ambas partes, fazendo um trabalho de conscientização todos nós teremos óleo lubrificante e água potável.

10 BIBLIOGRAFIA

ANP - RELATÓRIO TÉCNICO Nº 2/2016/SBQ/CPT – DF, PANORAMA DOS ÓLEOS BÁSICOS NO BRASIL.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR1004: **Resíduos sólidos - Classificação**. Rio de Janeiro, 2004.

ARTIGO 225 DA PORTARIA 727/90, do Departamento Nacional de Combustíveis – DNC.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução 09/93. ANP - Relatório técnico nº 2/2016/sbq/cpt – DF Bibliografia: SULTADA.

FELÍCIO,R.A; **“Avaliação de impactos ambientais do Processo de rerrefino de óleo Lubrificante usado visando a Implantação de um sistema de gestão Ambiental”**, Belo Horizonte 2012.

GONÇALVES, J.C; PINTO,M.J; OLIVEIRA,C.N.C; COSTA,W.J.V; **“Estratégia e viabilidade econômica no processo de regeneração do óleo lubrificante mineral usado em equipamentos industriais”**, Belo Horizonte 2011.

GÂNDARA,G.M.F; **“Óleos lubrificantes minerais: Uma análise das potencialidades da reutilização”**, Santa Bárbara d'Oeste 2000.

LEITE, P. R; **“Logística reversa: meio ambiente e competitividade”**, São Paulo: Prentice Hall, 2003.

LEI No 9.478, DE 06 DE AGOSTO DE 1997: dispõe sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo, e dá outras providências.

LEI Nº 9.605, DE 12 DE FEVEREIRO DE 1998: dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.

LEI Nº 12.305, DE 02 DE AGOSTO DE 2010: institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.

LWART LUBRIFICANTES. Informativo Interno, 2015.

LWART LUBRIFICANTES. Informativo Interno, 2017.

LWART LUBRIFICANTES. Disponível em: <<https://http://www.lwart.com.br/>>. Acesso em: 02 de novembro. 2018.

MARTINS, L. F. V.; ANDRADE, H.B, de; PRATES, K. V. M. C., Gerenciamento dos resíduos sólidos de origem domiciliar no assentamento rural Luz, em Luisiana – PR. Revista Tecnologia e Sociedade. Periódico Técnico-Científico do Programa de Pós- Graduação em Tecnologia da UTFPR, n. 9. Curitiba: Editora UTFPR, 2009.

PORTARIA INTERMINISTERIAL nº 59, DE 17 DE FEVEREIRO DE 2012: Determina percentuais mínimos de coleta de óleo lubrificante usado ou contaminado, por região e país.

PORTARIA ANP nº 130, DE 30 DE JULHO DE 1999: especifica os óleos lubrificantes básicos rerrefinados.

PÉCORA, Marcelo M.C. **Degradação fotoquímica e eletroquímica da fração aromática do resíduo de óleo lubrificante.** Relatório (Graduação em Química – Habilitação Bacharelado)- Universidade Estadual de Londrina 2004. Disponível em: <http://www2.uel.br/grupopesquisa/meioambiente/fotopetro/arquivos/tcc/marcelo_macedo_catuta_pecora.pdf>. Acesso em: 22 Set. 2010.

RESOLUÇÃO ANP Nº 16, DE 18 DE JUNHO DE 2009: estabelece regras para a comercialização de óleo lubrificante básico e os requisitos necessários ao cadastramento de produtor e de importador desse produto.

RESOLUÇÃO ANP Nº 18, DE 18 DE JUNHO DE 2009: determina os requisitos necessários à autorização para o exercício da atividade de produção de óleo lubrificante acabado, e a sua regulação.

RESOLUÇÃO ANP Nº 19, DE 18 DE JUNHO DE 2009: requisitos necessários à autorização para o exercício da atividade de Rerrefino de óleo lubrificante usado ou contaminado, e a sua regulação.

RESOLUÇÃO ANP Nº 20, DE 18 DE JUNHO DE 2009: requisitos necessários à autorização para o exercício da atividade de coleta de óleo lubrificante usado ou contaminado e a sua regulação.

RESOLUÇÃO Nº 362, DE 23 DE JUNHO DE 2005: regulamenta por Decreto as responsabilidades e obrigações quanto ao descarte, recolhimento e destinação do óleo lubrificante para os produtores, importadores, revendedores e consumidores.

RANGEL, H.D. & E MARTINS, C. C., 1998. Principais Compartimentos Exploratórios, Bacia de Campos, Capítulo 2, Cenário Geológico nas Bacias Sedimentares no Brasil, Publicação Especial da Revista The Search, Searching for Oil and Gás in the Land of Giants, Schlumberger, Rio de Janeiro.

TÁVORA, Sérgio P., **Informativo técnico GEI: Portaria ANP 125/99**, 2000.

TÁVORA, Sérgio P., **Óleo rerrefinado – Coleta/Responsabilidades**, 1999.

TÁVORA, Sérgio P., **Óleo rerrefinado – Retrospecto**, 1999.

TÁVORA, Sérgio P., **óleos lubrificantes usados – evolução das responsabilidades pela coleta/destinação e alternativas para aplicações: uma contribuição para a tecnologia de produção mais limpa.2003**

TRIGUEIRO, André. **Mundo sustentável: abrindo espaço na mídia para um planeta em transformação**. Rio de Janeiro: Globo, 2005.