

2022

**TRABALHOS DE
CONCLUSÃO DE CURSO**
FAAG - FACULDADE DE AGUDOS
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

TRABALHOS DE CONCLUSÃO DE CURSO DA FAAG – FACULDADE DE AGUDOS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – 2022

ÍNDICE

CODIFICAÇÃO DATAMATRIX: O USO DA TECNOLOGIA NA
RASTREABILIDADE DE MEDICAMENTOS..... 03

VANTAGENS E DESVANTAGENS EM UTILIZAR CASCA DE
BANANA NO EFLUENTE DE UMA EMPRESA DE
CELULOSE..... 17

VIABILIDADE ECONÔMICA NA OBTENÇÃO DE MADEIRA
SERRADA: ESTUDO DE CASO EM UMA SERRARIA NO
INTERIOR DE SÃO PAULO..... 30

CODIFICAÇÃO DATAMATRIX: o uso da tecnologia na rastreabilidade de medicamentos.

Igor Fernando de Oliveira¹
Prof. Dr. Octaviano Rojas Luiz²

RESUMO

O setor farmacêutico passa por uma crescente evolução tecnológica no Brasil e no mundo. Esse cenário é propício para uma crescente busca por automatização e maior segurança dos processos que envolvam a rastreabilidade dos medicamentos produzidos, sendo a codificação DataMatrix um dos grandes aliados nesse processo, substituindo modelos tradicionais de codificação existentes, como, o código de barras. Alinhando os conceitos apresentados, o presente artigo busca compreender a codificação DataMatrix e suas vantagens e desvantagens para o processo de rastreabilidade de medicamentos, baseando-se em literaturas já publicadas, a fim de se executar uma gestão eficaz e eficiente dela. Por ser uma tecnologia de fácil acesso e com inúmeras vantagens, esses dois fatores podem ser usados como um diferencial competitivo, reduzindo riscos ao consumidor final e tornando mais eficiente a cadeia logística de medicamentos. Além dessas vantagens, a pesquisa bibliográfica encontrou algumas desvantagens em seu uso como o custo de implantação, a necessidade de softwares específicos, a limitação de caracteres em comparação com códigos mais modernos e ainda a dependência do fator humano para a execução de algumas atividades.

Palavras-chave: Rastreabilidade de medicamentos. Segurança. DataMatrix.

ABSTRACT

The pharmaceutical sector is going through a growing technological evolution in Brazil and in the world. This scenario is conducive to a growing search for automation and greater security of processes that involve the traceability of produced drugs, with DataMatrix coding being one of the great allies in this process, replacing existing traditional coding models, such as the barcode. Aligning the concepts presented, this article seeks to understand the DataMatrix coding and its advantages and disadvantages for the drug traceability process, based on published literature, in order to perform an effective and efficient management of it. As it is an easily accessible technology with numerous advantages, these two factors can be used as a competitive advantage, reducing risks to the final consumer, and making the medication logistics chain more efficient. In addition to these advantages, the bibliographic research found some disadvantages in its use, such as the cost of implementation, the need for specific software, the limitation of characters compared to more modern codes and the dependence on the human factor to perform some activities.

Keywords: Drug traceability. Safety. DataMatrix.

¹ Graduando no Curso de Engenharia de Produção pela FAAG – Faculdade de Agudos.

² Professor Orientador.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com a Global Standard 1 Brasil (GS1 Brasil), associação global sem fins lucrativos que desenvolve e mantém padrões de comunicação empresarial, DataMatrix ECC 200 ou simplesmente DataMatrix é um código barras matricial (2D ou bidimensional) que pode ser impresso como um símbolo quadrado ou retangular, constituído por vários pontos ou quadrados (BENHAIM et al., 2014). Trata-se de um tipo de codificação de tamanho reduzido com uma vasta capacidade de armazenamento, sendo vantajoso o seu uso por ocupar um pequeno espaço na embalagem dos produtos sem deixar de trazer todas as informações necessárias, Schreder e Scheider (2019) classificam o DataMatrix como sendo uma evolução do código de barras 1D linear, sendo uma codificação bidimensional que apresenta diversos pontos positivos, como por exemplo o espaço que é utilizado para armazenar dados é pequeno e permite uma codificação de grande quantidade de informações, o que o torna ideal para peças, equipamentos, componentes e embalagens pequenas. Esta tecnologia representa uma evolução do código de barras e semelhante ao QR Code.

O uso de tecnologias de codificação tem ganhado destaque recentemente por sua interface com os propósitos da chamada Quarta Revolução Industrial ou Indústria 4.0, para Meuwissen et al. (2003), os sistemas de identificação e rastreabilidade podem atender a diferentes propósitos quanto ao monitoramento e controle de produtos e processos. Uma característica dessa revolução são os produtos "falantes", em linhas produção modernas onde as próprias máquinas decidem o seu ritmo de produção, solicitam materiais e peças para continuidade das operações. Fábricas inteligentes contarão com produtos identificados individualmente e que conseguirão passar seu histórico no processo produtivo para as máquinas, assim como seu status e próximos passos do processo que ainda têm que passar (OLIVEIRA, 2017), logo, a codificação entra como um agente de informações que poderão ser transferidas pelas células de produção por meio de pequenos códigos DataMatrix ou QR Code impressos nas peças, logo, possibilita então informar por meio da leitura dos códigos impressos para qual estação de trabalho o material deve ser direcionado ou para outro lugar onde deve seguir.

A rastreabilidade de medicamentos pode ser entendida como o conjunto de processos, sistemas, procedimentos e mecanismos que mapeiam e geram um

histórico de cada posição do medicamento, da sua origem até o consumidor final (2A+FARMA, 2019). O intuito do rastreamento é a diminuição de riscos para os consumidores e restringindo a venda de produtos falsificados, gerando maior segurança sobre a autenticidade e a origem do produto. Para isso, é criado o Sistema Nacional de Controle de Medicamentos, visando a controlar a produção, a distribuição, a comercialização, a dispensação e a prescrição médica, odontológica e, caso contenha medicamento de uso humano, veterinária, assim como os demais tipos de movimentação previstos pelos controles sanitários, de acordo com o Art. 1º da Lei nº11.903, de 14 de janeiro de 2009 (BRASIL, 2009).

Temos hoje no mercado diversas opções de codificações, como por exemplo o QR Code, uma das maneiras mais modernas por sua vasta capacidade de armazenamento e fácil leitura, porém, para a rastreabilidade de medicamentos o DataMatrix acaba sendo a melhor escolha por sua capacidade de armazenamento de dados variáveis e em relação aos modelos convencionais 1D de codificação e por ocupar um pequeno espaço na embalagem ou objeto que se deseja controlar. Alinhando os dois conceitos, a codificação e a rastreabilidade de medicamentos, apresenta-se a possibilidade de uso do DataMatrix para que se execute uma gestão da rastreabilidade de medicamentos de forma eficaz e eficiente, por ser uma tecnologia de fácil acesso e com inúmeras vantagens, esses dois fatores podem ser usados como um diferencial competitivo, reduzindo riscos ao consumidor final e tornando mais eficiente a cadeia logística de medicamentos.

Devido as diversas inovações tecnológicas que temos em nosso alcance nos dias de hoje, ficar fora disso pode ser muito desvantajoso para as organizações. Para os autores Branski e Laurindo (2009) as tecnologias são categorizadas em 3 segmentos: Aplicativos, Comunicação e Transporte ou Tecnologia Embarcada, logo, se quisermos fazer uma boa gestão dos nossos negócios, devemos ter a tecnologia como parte do processo.

Segundo Malta (2010/2011, p.05), a rastreabilidade trata da identificação da origem do produto desde as matérias-primas utilizadas, passando pelo processo de produção, distribuição no mercado, até o consumo. Com isso, o setor farmacêutico necessita de uma boa gestão das operações para que seus produtos sejam entregues no momento certo e forma correta, evitando os mais diversos erros e colocando em risco a saúde de quem os consomem, além de criar um maior reconhecimento por sua

qualidade e estarem de acordo com exigências do governo, assim, cumprindo as legislações vigentes.

Para Gilmore (1990), a melhoria contínua é definida como a integração das filosofias organizacionais, técnicas e estruturais para atingir melhoria de desempenho sustentável em todas as suas atividades, de forma ininterrupta. Levando em consideração todos esses pontos propostos por Gilmore, este artigo buscará apresentar os conceitos e as definições sobre o uso da codificação DataMatrix na gestão da rastreabilidade de medicamentos, visando assim a melhoria contínua das operações em que envolvem essas atividades.

O varejo farmacêutico brasileiro vem em uma constante crescente, e, como consequência, ainda é um mercado que atrai novos investimentos, tanto de novos entrantes, como dos já presentes no mercado (CHAVES;JUNIOR, 2021) e isso está diretamente ligado ao dia a dia de todos nós seres humanos, a necessidade de investimentos em infraestrutura dessa área e de novas tecnologias é essencial para trazer uma maior segurança para os consumidores dos produtos que fornecem e maior controle para quem os produz, novas soluções tecnológicas são poderosas ferramentas para as empresas desse meio, onde visam entregar produtos que alcancem o mais alto nível de qualidade, diminuindo ao máximo seus custos operacionais, de perdas e também de desperdícios.

Com o aumento das falsificações de medicamentos e o roubo de cargas em nosso país, decide-se através desse trabalho estudar a rastreabilidade de medicamentos alinhada a novas tecnologias, onde busca-se soluções ágeis e seguras para sanar os problemas na gestão de toda essa cadeia de rastreabilidade de medicamentos. Com isso, busca-se reunir dados e informações suficientes com o propósito de responder a seguinte problemática de pesquisa: Como a codificação DataMatrix pode ser usada para uma melhor gestão de rastreabilidade de medicamentos?

Partimos da hipótese de que a aplicação da codificação DataMatrix vem se tornando popular no setor da saúde, visto que atende as necessidades de quem usa, além de otimizar os processos na cadeia da saúde, aumentando sua eficiência e tornando muito mais seguro o produto entregue ao consumidor final, no caso, os pacientes. Dentre os benefícios do uso dessa tecnologia, podemos citar:

- Garantia da segurança dos pacientes e profissionais da saúde;
- Controle de custos;

- Conformidade com legislações vigentes;
- Identificação de itens com tamanho pequeno.

O presente trabalho tem como objetivo analisar e expor as vantagens e desvantagens do uso da codificação DataMatrix na rastreabilidade de medicamentos.

Como objetivos específicos, a presente pesquisa se propõe a:

1. Fazer uma ampla pesquisa sobre o tema de codificação DataMatrix;
2. Compreender o processo de rastreabilidade de medicamentos;
3. Analisar o alinhamento do uso da codificação na rastreabilidade;
4. Averiguar a segurança e proteção de dados;

2. METODOLOGIA

O trabalho tem como abordagem uma pesquisa qualitativa com o intuito de compreender todo o processo e o significado de todos os objetos estudados e utilizando o método dedutivo, tal método que foi consagrado pelo grande Isaac Newton e com o ponto de partida de que toda teoria é um conjunto de explicações sobre fenômenos que podemos observar, ou seja, esse método associa os fenômenos específicos que observamos aos princípios teóricos mais gerais.

Como métodos de procedimentos foram utilizados o método histórico e o método comparativo, onde buscarei acompanhar toda a evolução dos objetos da pesquisa, comparando-as o que temos nos dias de hoje com o que era utilizado e a forma do passado, para que assim consiga constatar todas as relações entre eles e assim apresentar as diferenças do uso e do não uso da tecnologia aplicada a rastreabilidade de medicamentos.

Utilizei como técnica de pesquisa no presente trabalho a documentação indireta, com o levantamento das informações sobre o tema proposto sendo feita de modo bibliográfico, o que nos propõe um maior embasamento teórico, que é necessário para observação dos objetos da pesquisa.

Minha pesquisa foi feita de maneira bibliográfica, onde explorei e levantei referências teóricas sobre os temas apresentados, buscando literaturas existentes e fontes confiáveis, principalmente pela internet, que hoje, é um importante instrumento de pesquisa. Para a codificação DataMatrix usei como base artigos e materiais da

GS1 Brasil, uma associação sem fins lucrativos em que desenvolvem e mantêm padrões de codificações. Para a rastreabilidade de medicamentos, foram consultados artigos e materiais sobre DataMatrix, rastreabilidade e legislações publicados na internet durante os anos de 2020, 2021 e 2022, afim de obter dados e informações atuais em sites como 2A+FARMA, um portal de notícias sobre controle de contaminação e boas práticas nas indústrias de life sciences e médico-hospitalar, e também o site da Pfarma, um portal de conteúdo farmacêutico que fornece informações técnicas, notícias, atualizações regulatórias, alertas sanitárias, estudos e pesquisas. Também para obter informações de legislações vigentes, foram consultados sites governamentais, como o da Anvisa e o do Conselho Regional de Farmácia do Estado de São Paulo (CRFSP).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta seção está organizada em duas partes, uma tratando de DataMatrix no geral e outra para analisar seu impacto específico na rastreabilidade de medicamentos.

3.1 DataMatrix

Geralmente empresas, independentemente de seu tamanho e segmento, têm a necessidade de controle sobre os seus processos, produtos e operações, garantindo que durante essas etapas sejam obtidas e retidas informações de maneira confiável, ágil e atualizada. Para Von Krogh (2012), o conhecimento é um fator estratégico relacionado aos processos de negócios para atender diretrizes da empresa. Com o avanço das tecnologias, buscamos cada vez mais o controle das atividades de maneira automática, obtendo a integralização, minimização de erros e otimização dos processos. Machline e Amaral Júnior (1998) pontuam que “novas técnicas de gestão de estoques, automação do depósito, computação e telecomunicações vêm sendo usadas como resposta à competição acirrada que determina, por seleção natural, as empresas que sobreviverão”, e para isso, um dos importantes aliados são as codificações, que tem como uma das premissas o código de barras, do tipo 1D linear que teve sua primeira versão apresentada em 1949. Para Silva e Papani (2010), código de barras é a representação gráfica, em barras claras e escuras, das

combinações binárias utilizadas pelo computador. Através de um scanner, as combinações são decodificadas por meio de leitura óptica. Desta forma, o scanner detecta os números binários representados pelas barras, que são equivalentes ao número que aparece logo abaixo delas.



Figura 1 - Código de Barras padrão GS1 Brasil

Com o decorrer dos anos e buscando melhoria, surge no mercado a codificação DataMatrix, padrão de código 2D bidimensional apresentado em 1987, codificação essa que é uma evolução do código de barras, sendo capaz de codificar uma grande parcela de informações consumindo um espaço pequeno onde for aplicado. Segundo Keyence (2019) essa tecnologia proporciona maior capacidade de armazenamento de informações em relação a um código de barras convencional. Além disso, seu diferencial também está na sua apuração de informações e por se usar um tamanho muito pequeno na embalagem otimiza espaço na rotulagem.



Figura 2 - DataMatrix padrão GS1 Brasil

Uma terceira evolução para a codificação é o QR Code, esse apresentado em 1994 com padrão 3D bidimensional, com uma capacidade ainda maior de armazenamento de dados e de fácil leitura, para Lemos (2007), o QR Code é como uma Realidade Móvel Aumentada onde as informações presentes em determinada localidade são visualizadas em um dispositivo móvel, “aumentando” a informação. Utiliza-se neste caso um hiperlink chamado Mobile Augmented Reality Applications (MARA), que por meio de um celular torna acessível informações, que não estão disponíveis no local, sobre o objeto etiquetado.



Figura 3 - QR Code padrão GS1 Brasil

Para o uso dessas codificações, é necessário escolher a melhor forma de gravação do código no produto ou embalagem, podendo ser as mais diversas. É necessário identificar qual a melhor maneira de acordo com a aplicação. Têm-se no mercado como as principais formas a impressão por jato de tinta e a laser, sendo a por jato de tinta de qualidade um pouco menor, podendo facilmente escorrer tinta e danificar o código, e a laser umas das melhores opções por conta de sua precisão e melhor qualidade do código impresso.

A rastreabilidade de medicamentos surge com a necessidade de controlar todos os dados e movimentações de medicamentos em ambientes hospitalares ou fora dele, assim garantindo qualidade e o uso correto de insumos, sendo mais assertiva e eficiente, garantindo a segurança dos pacientes e consumidores finais. Segundo Malta (2010/2011) a rastreabilidade trata da identificação da origem do produto desde as matérias-primas utilizadas, processo de produção, distribuição no mercado, até o consumo. No âmbito hospitalar, com um foco mais peculiar, é a capacidade do hospital em monitorar o recebimento, distribuição, dispensação e administração mantendo-se o controle sobre lote e validade dos medicamentos nestes processos.

3.2 DataMatrix na rastreabilidade de medicamentos

Apesar de o QR Code ser umas das mais modernas maneiras de codificação, o DataMatrix acaba sendo a melhor escolha quando falamos da rastreabilidade de medicamentos, pois, esse formato apresenta maior capacidade em relação a códigos 1D tradicionais, podendo ser inseridos dados variáveis como lotes, validade e conteúdo de informações, garantir a segurança dos profissionais, controle de custos e identificar os objetos controlados consumindo um pequeno espaço. Além disso, os órgãos regulamentadores adotam o DataMatrix como codificação padrão, Malta (2010/2011) ressalta que "Preocupada com a constante prática de falsificação de

medicamentos assim como o roubo de carga, a Anvisa preparou legislação específica para controle do setor".

A codificação DataMatrix é considerada segura, porém, nada é totalmente impossível de se falsificar. Pensando nisso, a GS1 criou seus padrões de codificação, tendo caracteres ocultos quando gerados em seu padrão, hoje encontramos diversos geradores de códigos na internet, porém, no padrão regulamentado e aceito pela Anvisa, somente geradores específicos são capazes de fazer, informações essas que nem sempre são de conhecimento de quem busca falsificar um produto. Pensando na comunicação por parte dos fabricantes dos medicamentos, caso tenha algum tipo de desvio, a Anvisa diz que cada membro da cadeia de movimentações de medicamentos deverá registrar e comunicar eletronicamente os dados correspondentes às instâncias de eventos ocorridas com o medicamento sob sua custódia, Art. 11º da Lei nº11.903, de 14 de janeiro de 2009 (BRASIL, 2009). As fiscalizações dessas atividades são feitas pela Anvisa através de cronogramas e denúncias feitas, visitando e verificando se os produtores e produtos estão de acordo com os seus padrões pré-estabelecidos, verificando também se a codificação está de acordo com o padrão da GS1 Brasil.

Com isso, foi possível identificar a importância da codificação de medicamentos. As constantes práticas de falsificação e o crescente número de roubos fizeram com que a Anvisa criasse uma legislação para o controle de medicamentos em território nacional. Logo, empresas desse setor devem estar de acordo com os itens impostos por ela. Uma vez aplicado, o DataMatrix traz uma maior segurança para os pacientes e os profissionais da saúde, pois, com essa codificação é possível fazer um controle automático de estoque e movimentações internas, evitando com que os medicamentos sejam aplicados nos pacientes sem erros de dosagem ou prescrições mal interpretadas, além de evitar que medicamentos passem da data de validade, correndo o risco de serem também aplicados aos pacientes.

Além da segurança, a codificação DataMatrix traz controle de custos para os medicamentos, como há todas as informações disponíveis em sistemas através da leitura desses códigos, é possível fazer um recebimento mais rigoroso e controlado afim de evitar compras desnecessárias e que medicamentos próximos ao vencimento fiquem parados no estoque. Outra condição que é evitada com esse controle é o risco de desvios internos dos medicamentos, como tudo será controlado por um sistema, acaba sendo empecilho para quem está mal-intencionado. Um outro ponto a ser

destacado é o seu pequeno tamanho. Os códigos podem ser aplicados em pequenos espaços nas embalagens ou até mesmo em instrumentos cirúrgicos como tesouras e bisturis.

Apesar de todas as vantagens apresentadas que o DataMatrix traz na rastreabilidade de medicamentos, é necessário destacar que também há desvantagens e umas das principais sendo o custo, por ser um código mais elaborado, leitores de barras não são capazes de fazer a leitura, sendo necessário leitores com processamento de imagens, além da necessidade de sistemas para fazerem os controles de todas as informações. Outro ponto que deve ser destacado como desvantagem é que mesmo podendo armazenar um número considerado de caracteres, o DataMatrix possui um limite, sua capacidade é maior do que a maioria dos códigos 1D tradicionais, como o código de barras, porém, tem quase metade de capacidade quando falamos de códigos mais modernos como o QR Code, podemos ainda mencionar que mesmo sendo um processo que seja automatizado, ainda há a necessidade do fator humano para o registro de informações, leituras e atualização dos dados nos sistemas, assim sendo um ponto de preocupação quando falamos do registro confiável das informações.

O quadro 1 resume as discussões apresentadas sobre vantagens e desvantagens do uso de DataMatrix para rastreabilidade de medicamentos, já o quadro 2 resume a capacidade de armazenamento de caracteres de cada codificação.

Quadro 1 - Vantagens e desvantagens

VANTAGENS	DESVANTAGENS
Maior rastreabilidade	Custo de implantação
Controle de custos	Necessidade de softwares
Tamanho reduzido	Limitação de caracteres em comparação as novas codificações
Garantia de segurança dos pacientes e profissionais da saúde	Ainda dependência do fator humano
Atendimento de legislações vigentes	

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 2 – Capacidade de armazenamento de caracteres alfanuméricos

CÓDIGO DE BARRAS	QR CODE	DATAMATRIX
20	4.296	4.000

Fonte: Elaborado pelo autor

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Deste modo, sabendo que no Brasil a codificação DataMatrix padrão GS1 é a opção adotada pela Anvisa para o controle do setor de medicamentos e também todas as vantagens apresentadas quanto a segurança, agilidade e precisão de operações, podemos concluir que a aplicação do DataMatrix na rastreabilidade de medicamentos é a melhor opção frente a outras formas de codificação, como o QR Code, ela destaca pela capacidade de armazenamento de dados variáveis, segurança de informações por não ter um gerador no padrão GS1 acessível a qualquer um e principalmente pelo seu tamanho reduzido, podendo ser impresso ou gravado em qualquer superfície. Outro ponto é que se tornará cada vez mais presente em nosso dia a dia, trazendo mudanças em todos os elos da cadeia, assim, proporcionando melhorias para quem faz a gestão e confiança para quem consome os medicamentos, também dificultando a possibilidade de falsificações e identificação de medicamentos provenientes de roubos.

Destaca-se que a realização deste trabalho contribui como introdução para trazer conhecimento sobre a rastreabilidade de medicamentos com a codificação DataMatrix para leigos no assunto, pois, utiliza linguagem de simples compreensão, explicando aspectos que vão desde a codificação, rastreabilidade e alinhamento entre ambos, além de ser capaz de trazer insights para aqueles que já utilizam dessa tecnologia em seu dia a dia e queira buscar novas ideias e caminhos a serem seguidos.

Com os objetivos alcançados do presente trabalho, surge ainda outras questões não exploradas e que possam ser aprofundadas em pesquisas futuras, as quais sendo:

- Análise da implantação da automação e suas implicações no processo de rastreabilidade de medicamentos;
- Impacto na cadeia de suprimentos e logística após a implantação do DataMatrix na rastreabilidade de medicamentos;
- Custos operacionais e de implantação do Datamatrix na rastreabilidade de medicamentos;
- Remodelagem e adequação nos sistemas de produção, transporte e consumo final;

- Aplicação de mecanismos para assegurar a segurança do consumidor final;
- A codificação DataMatrix na rastreabilidade de medicamentos a fim de identificar falsificações.

5 REFERÊNCIAS

2A+FARMA. **Entenda como está o processo de rastreabilidade de medicamentos**, 2019. Disponível em:

<<https://www.doisamaisfarma.com.br/noticias/entenda-como-esta-o-processo-de-rastreabilidade-de-medicamentos/>>. Acesso em 18, outubro, 2022.

BENHAIM et al. **Introdução ao GS1 DataMatrix**. Global Standard 1 Brasil (GS1 Brasil), São Paulo, v. 1.20, n. final, p. 1 - 79, junho, 2014. Disponível em:

<https://www.gs1br.org/codigos-e-padroes/captura/MateriaisTecnicos/DataMatrix%20jun14.pdf>. Acesso em: 27, set. 2022.

BRANSKI, Regina Meyer; LAURINDO, Fernando José Barbin. **Papel da tecnologia da informação na integração logística: estudo de caso com operador logístico**.

In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, XXIX, 2009, Salvador. Anais eletrônicos... ABEPRO, 2009. Disponível em: <

http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009_TN_STO_097_659_13821.pdf>. Acesso em: 26 março 2022.

BRASIL. Lei Nº 11.903, de 14 de janeiro de 2009. Dispõe sobre o rastreamento da produção e do consumo de medicamentos por meio de tecnologia de captura, armazenamento e transmissão eletrônica de dados, **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 15 jan. 2009. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Lei/L11903.htm>. Acesso em: 13, set. 2022.

CHAVES, Leonardo A.; JUNIOR, José G.L. **As diferenças entre Brasil e Portugal na regulamentação do varejo farmacêutico e os possíveis impactos na estratégia comercial**. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e

Educação, São Paulo, v. 7, n. 8, p. 1 - 24, setembro, 2021. Disponível em:
<https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/1985/808>. Acesso em: 27, set. 2022.

GILMORE, Harold L. (1990). **Continuous Incremental Improvement: An Operations Strategy for Higher Quality, Lower Costs, and Global Competitiveness**, SAM Advanced Management Journal,07497075, v. 55, n.1, p. 21.

KEYENCE **“What is a DataMatrix code?”** Keyence, 2019

LEMOS, A.; **Mídias locativas e territórios informacionais**. 2007. Disponível em:
<http://www.facom.ufba.br/ciberpesquisa/andrelemos/midia_locativa.pdf>. Acesso em: 13 set. 2022.

MACHLINE, C.; AMARAL JUNIOR, J.B.C. **Avanços Logísticos no Varejo Nacional: O Caso das Redes de Farmácias**, São Paulo, v. 38, n. 4, p. 63-71 - 24, outubro, 1998. Disponível em:
<<https://www.scielo.br/j/rae/a/8Rm5RHTjM6ZTqnbjxdBdKFd/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 18, out. 2022.

MALTA, Nilson Golçalves. **Rastreabilidade de medicamentos na farmácia hospitalar**. In: Pharmacia Brasileira, nº79, 2010/2011. Revista eletrônica... CFF, 2010/2011. Disponível em:
<https://www.cff.org.br/sistemas/geral/revista/pdf/129/pb79_encarte_farmacia_hospitalar.pdf>. Acesso em: 02 abril 2022.

MEUWISSEN, Miranda PM et al. **Technical and economic considerations about traceability and certification in livestock production chains**. New approaches to food safety economics, Wageningen, p. 41-54, 2003.

OLIVEIRA, Marcos G.; **Fábrica do Futuro – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - Implementação de uma fábrica de ensino voltada para a Indústria 4.0**. 2017. Disponível em:
<<https://repositorio.usp.br/directbitstream/29280aff-adc7-45da-bfe4-62012c4d67f5/MarcosOliveiraGuimar%C3%A3es%20TCCPRO17.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2022.

VON KROGH, G. **How does social software change Knowledge Management? Toward a strategic research agenda.** The Journal of Strategic Information Systems, v.21, n.2, p.154-164, 2012.

VANTAGENS E DESVANTAGENS EM UTILIZAR CASCA DE BANANA NO EFLUENTE DE UMA EMPRESA DE CELULOSE

Lucas Fernando de Oliveira¹

Octaviano Rojas Luiz²

RESUMO

A casca da banana vem mostrando que tem eficácia em biossorção, sendo um material natural com boas propriedades. Sendo assim, o objetivo desse trabalho é mostrar quais são as vantagens e desvantagens de um novo método de retirada de metais em efluentes utilizando casca de banana. O método utilizado combinou pesquisa bibliográfica com uma entrevista com profissional da área de celulose com 27 anos de experiência. Entre os principais resultados, viu-se que a casca da banana realmente retira metais de efluentes. Entre as principais desvantagens, encontrou-se dificuldades logísticas para aquisição de casca e falta de estudos de viabilidade.

Palavras chave: celulose; efluentes; biossorção; casca; banana; resíduo

ABSTRACT

The banana peel has shown that it is effective in biosorption, being a natural material with suitable properties. Therefore, the objective of this work is to show the advantages and disadvantages of a new method of removing metals in effluents using banana peel. The method used combined bibliographic research with an interview with a professional in the pulp area with 27 years of experience. Among the main results, it was seen that the banana peel actually removes metals from effluents. Among the main disadvantages, it was found logistical difficulties for the acquisition of bark and lack of feasibility studies.

Keywords: cellulose; effluents; biosorption; peel; banana; waste.

1. INTRODUÇÃO

Hoje no Brasil, empresas de celulose vêm crescendo muito, em constante evolução (PRATES, 2013). As industriais de celulose brasileira vêm mostrando que está em constante evolução, sendo umas das maiores no mercado mundial como diz Prates (2013), o crescimento dessas empresas vem criando novas parcerias como; Suzano Papel e Celulose, com a Fibria, boa parte da produção de celulose vem do Brasil, empresas com Bracell, Klabin, Suzano, Eldorado, a grande parte de sua produção é destinada a Europa, Ásia, EUA, o

¹ Lucas Fernando de Oliveira, Graduando em Engenharia de Produção, Faculdade de Agudos - FAAG, lucasferoliveira@hotmail.com.

² Octaviano Rojas Luiz, Mestre em Engenharia de Produção, Faculdade de Agudos - FAAG, octaviano.luiz@faag.com.br.

desenvolvimento dessas empresas é constante sempre buscando novas tecnologias, sendo assim um dos países mais super desenvolvidos quando o assunto é produção de celulose. Cada vez mais estudos relacionados a esse assunto de tratamento industrial vem crescendo e despertando curiosidade de pesquisadores.

Recentemente pesquisadores vem utilizando uma teoria sobre retirada de metais pesados em águas por meio da casca da banana, e vem tendo êxito, apesar de nunca ter sido utilizada industrialmente. Neto e Guimarães (2011) afirmam que a banana é o meio de cultura agrícola mais importante nas regiões tropicais. O cultivo dessa fruta produz cerca de 95,6 milhões de toneladas anualmente. Conforme Araguaia (2014), por fazer parte do dia a dia, da alimentação dos brasileiros e ser umas das maiores frutas cultivadas, a banana produz várias toneladas por ano no Brasil, cerca de 7,19 milhões de toneladas.

Por isso algumas alternativas podem e foram criadas, para dar uma destinação melhor a seus resíduos provenientes de sua casca que não é consumida e jogadas fora. Só em São Paulo são toneladas de resíduos de cascas geradas diariamente sem nenhuma aplicação. Isso incentivou a química Milena Rodrigues Boniolo a pesquisar uma alternativa de uso, associada a absorção de metais destes resíduos, tema desenvolvido em sua dissertação de mestrado no Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN). Milena Boniolo propôs a utilização da casca de banana, na tentativa de absorver metais pesados da água e após vários testes e pesquisa, ela obteve êxito.

A celulose está em constante evolução no Brasil, e assim seus efluentes crescem, pesquisas recentes sobre o tratamento desses efluentes vem evoluído, com alguns métodos que fazem a retirada de metais pesados existentes na água. Pesquisadores recentemente vêm usando um método que faz a retirada de metais utilizando casca de banana, tendo êxito e retirando alguns metais da tabela periódica. Quais seriam as vantagens e a desvantagens de utilizar esse método em uma empresa de celulose, nunca testando industrialmente acaba sendo uma coisa nova, é um método orgânico e simples que em laboratório teve eficácia. Por ser um método novo que foi descoberto recentemente, talvez por conta disso nunca foi testado em indústrias, seria uma forma fácil e orgânica para esses tipos de tratamentos, principalmente em empresas de celulose que está em alta no Brasil.

O objetivo desse trabalho é mostrar quais são as vantagens e desvantagens de um novo método de retirada de metais em efluentes utilizando casca de banana. Avaliar empiricamente se a casca de banana é um processo viável para o processo em empresas de celulose.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

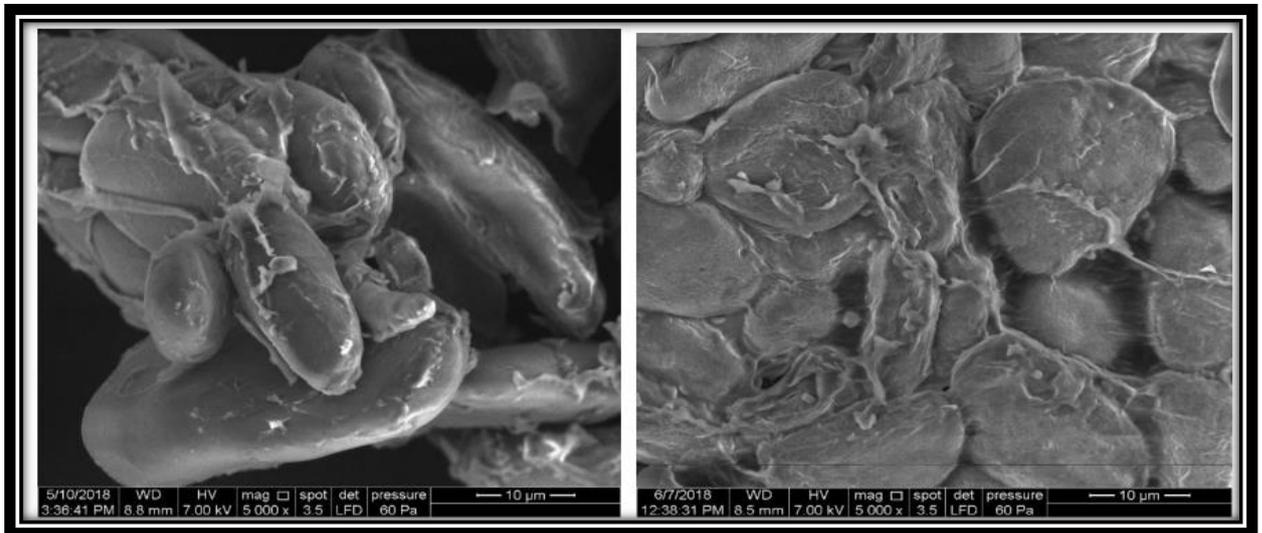
A biossorção é um método utilizado em biomassas, para remoção de poluentes de efluentes. Esse método tem o intuito de retirar metais em águas contaminadas e teve seu início na década de 70 a 80. Para esse tipo de processo basicamente envolve o contato do adsorvente com o adsorbato seguido de uma etapa de separação sólido-líquido. Os estudos sobre biossorção vêm mostrando que este tipo de processo tem grandes vantagens no tratamento de efluentes, possuindo capacidade absorptivas por metais e tendo um baixo custo.

Segundo Ho e McKay (1984), o tratamento de efluentes contendo compostos orgânicos ou metálicos tem sido amplamente estudado com uso de biossorventes como a casca da banana. Pesquisas utilizaram as cascas de banana no tratamento de efluentes (NAMASIVAYAM; KANCHANA,1993). O uso da casca da banana para esse processo de biossorção, como adsorvente reduz o impacto ambiental, podendo ser utilizado em efluentes contaminados. Os principais grupos responsáveis pela adsorção, com a casca da banana, estão presentes em toda estrutura de carboidrato da casca de banana na forma de celulose, hemicelulose, lignina.

A casca de banana atua como um adsorvente, onde moléculas aderem-se a uma superfície sólida devido a cargas eletrostáticas. Devido a isso, a casca possui capacidades absorptivas tanto por metais como por compostos orgânicos. Em sua casca existem moléculas carregadas negativamente, como por exemplo, os grupos carbonila e hidroxila, enquanto os metais pesados são carregados positivamente. Sendo assim, quando colocada na água, a casca da banana atrai os metais para si. O uso da casca de banana como adsorvente reduz o impacto ambiental de duas formas.

Primeiramente, a biomassa residual, que muitas vezes se torna um poluente pelo acúmulo, é retirada do local onde é gerada ou depositada (BONIOLO, 2008). Além disso, os efluentes contaminados podem ser tratados com esta biomassa (BONIOLO, 2008). Como forma de complementação, vale salientar que tanto a biomassa quanto os poluentes metálicos adsorvidos pela casca da banana podem ser recuperados através de processos de dessorção com a adição de soluções ácidas (BONIOLO, 2008). A casca de banana apresentou excelente eficiência como material adsorvente para remoção de metais pesados apresentando remoção de 98,7% em estudos realizados por Cruz (2009), e foi avaliada a eficiência de remoção do cobre, zinco, cádmio e chumbo, apresentando melhor adsorção (SILVA, 2014). Para exemplificar, a figura 1 apresenta imagens de microscópio da casca de banana antes (à esquerda) e depois (à direita) de um processo de remoção de cádmio (SHENWARI et al., 2018).

Figura 1: Remoção de cádmio com uso da casca de banana



Fonte: Shenwari et al. (2018)

Segundo Boniolo (2008) a casca da banana tem característica parecidas com a celulose feita por eucaliptos, tendo propriedades com a mesma semelhança, uma delas é a Hemicelulose, Lignina, fibras, essas propriedades químicas são essenciais, para o processo de celulose. A casca da banana tem estrutura que é praticamente feita por hemicelulose e lignina, as fibras celulósicas existente na casca de banana, podem ser utilizadas para a produção de acetato de celulose. Acetato de celulose, um bi polímero obtido a partir da celulose, possui um conjunto de propriedades que fazem dele uma importante matéria-prima nas indústrias de fibras têxteis, filtros e embalagens. A casca da banana, é uma fonte rica em fibra de celulose (LIMA, 2018). Um estudo realizado utilizando uma baixa concentração de NaOH, produto típico para o processo de celulose, usou métodos de DRX, que permite fazer uma análise de quantificação de fases de polarização de uma mostra, utilizando feixes de luz que incide em uma amostra. Lima (2018) identificou que a extração de celulose da casca da banana foi do tipo α nativa, tendo nano fibras de celulose, mostrando também que pode ser um método com uma baixa utilização de químicos.

Neste contexto, o volume de efluentes industriais cresce cada dia mais, e a contaminação por metais pesados são consequência disto. A consequência deste tipo de contaminação é a ocorrência de graves efeitos tóxicos em plantas, animais e seres humanos (AGUIAR, 2002). Dessa forma é necessário um trabalho para descontaminação de efluentes contaminados. A descontaminação de efluentes é um problema para grandes empresas, tendo um investimento alto para esses tipos de processo. Em vista da necessidade de

tratamentos eficientes de baixo custo, surgiu a bioissorção, que é uma técnica de tratamento de efluentes em que se utiliza matéria orgânica viva ou morta como bioissorvente. Empresas de celulose costumam utilizar o método de lodo ativado em seus efluentes (AZZOLINI, 2012). Esse tratamento por lodo ativado é um processo de tratamento que consiste em um sistema de massas biológicas, constituído por reator e decantadores primário e secundário. O decantador primário faz com que a matéria orgânica em suspensão sedimentar seja retirada antes do tanque de aeração. Já o secundário constitui em reatores biológicos removendo grande parte da matéria orgânica e retirando parcelas dos nutrientes como nitrogênio e fósforo com lagoas de estabilização (VON SPERLING, 1996).

Simulando um processo em uma empresa desse porte, o efluente gerado entra em uma caixa de neutralização onde neutraliza o pH, depois o efluente vai para o tratamento primário. Logo após o tratamento a água é bombeada para as torres de resfriamentos, para estar em temperatura ambiente por conta da atividade biológica. Em seguida é mandada para tanques chamado MBBR onde se inicia o pré-tratamento biológico, passando por reatores, onde são dosados nutrientes, antiespumante e mantendo o oxigênio e temperatura. No tratamento biológico, a água tratada faz uma espécie de transbordo e em seguida vai para os decantadores secundários, passando para o clarificador, que só permite a passagem de líquido. Em seguida, o efluente passa por um processo final nos decantadores terciários onde é feita a remoção de cor. A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) já estabilizada passa por um processo de dosagem de sulfato de alumínio para retirar alguns sólidos existentes na água, passando também por um processo chamado *disc filter*, um processo mecânico onde a água passa por filtros para retirar o máximo possível de partículas de sólidos, bombeando para o tanque final onde é devolvida novamente ao rio. Já o lodo gerado pelos decantadores vai para uma caixa chamada de split box. Dessa forma, ele pode ser reutilizado no processo ou descartados através de filtros.

3. METODOLOGIA

Metodologicamente, esse trabalho está dividido em duas partes, uma teórica e outra empírica. A parte teórica foi baseada em uma revisão bibliográfica de livros, artigos científicos, teses e dissertações. Os dados foram coletados procurando com as seguintes palavras: “casca de banana” E “bioissorção”. Entre os materiais principais desta revisão, pode-se citar o estudo Boniolo (2008), que atraiu curiosidade em outros pesquisadores como Silva, Capri e Neto (2015) e Fonseca e Brochier (2020). Os resultados desta parte teórica estão representados na seção de fundamentação teórica.

Na parte empírica do trabalho, foi feita uma entrevista não estruturada com profissional da área que trabalha a 27 anos em um laboratório, fazendo o controle do efluente em uma empresa de celulose de grande porte. A opinião de um profissional com experiência no assunto é importante para confirmação da viabilidade prática daquilo que foi levantado na parte teórica. A entrevista foi feita presencialmente. As perguntas da entrevista versaram sobre como funciona o processo de efluente em uma empresa de celulose, sobre qual parte do processo a utilização da biomassa da casca de banana seria viável no efluente e quais produtos foram utilizados no efluente.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

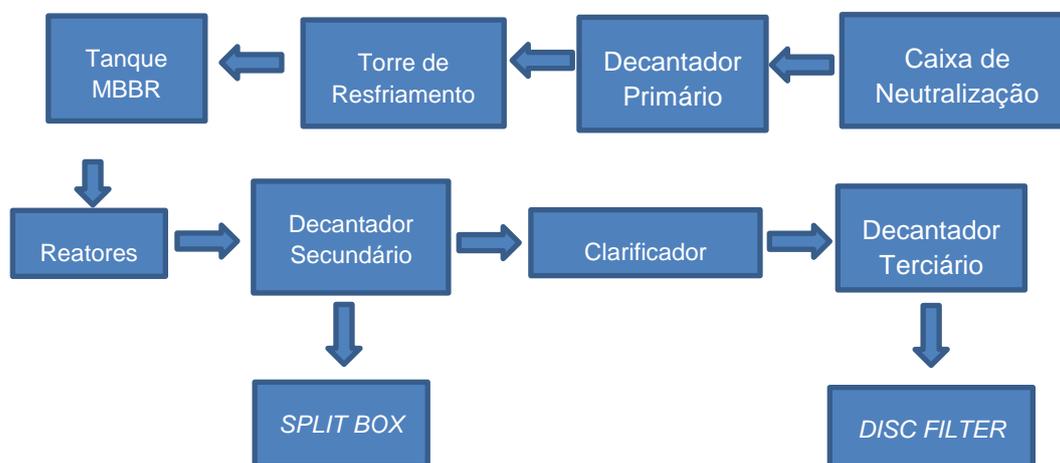
Nesta seção serão descritos os resultados empíricos derivados da entrevista, que relacionado a vantagem e desvantagem em utilizar a casca da banana no efluente de uma empresa de celulose. Na fundamentação teórica, foi percebido que a biomassa da casca da banana pode servir como um biosorvente de metais pesados da tabela periódica, sendo assim uma maneira natural para o tratamento de efluentes. Nesta seção averiguaremos a aplicabilidade técnica em uma situação real.

Segundo o entrevistado, o tratamento de efluente gerado por uma empresa desse porte, pode ser organizado em certas etapas, como podemos observar no fluxograma da figura 1. Em uma empresa de celulose, como a descrita pelo participante da pesquisa, o efluente gerado entra em uma caixa de neutralização onde neutraliza o pH (Potencial Hidrogeniônico), depois o efluente vai para o tratamento primário. Logo após o tratamento a água é bombeada para as torres de resfriamentos, para estar em temperatura ambiente por conta da atividade biológica. Em seguida é mandada para tanques chamado MBBR onde se inicia o pré-tratamento biológico, passando por reatores, onde são dosados nutrientes, antiespumante e mantendo o oxigênio e temperatura. No tratamento biológico, a água tratada faz uma espécie de transbordo em seguida vai para os decantadores secundários, passando para o clarificador, que só permite a passagem de líquidos.

Em seguida, o efluente passa por um processo final nos decantadores terciários onde é feita a remoção de cor. A DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) já estabilizada passa por um processo de dosagem de sulfato de alumínio para retirar alguns sólidos existentes na água, passando também por um processo chamado *disc filter*, um processo mecânico onde a água passa por filtros para retirar o máximo possível de partículas de sólidos, bombeando para o tanque final onde é devolvida novamente ao rio. Já o lodo gerado pelos decantadores

vai para uma caixa chamada de split box. Dessa forma, ele pode ser reutilizado no processo ou descartados através de filtros.

Figura 2: Fluxograma do Processo



Fonte: Elaborado pelos autores

Dessa forma observamos que a biomassa da casca de banana poderia ser utilizada no decantador terciário, no final do tratamento. No decantador terciário é onde funciona a remoção de partículas poluentes, que não foram removidas no tratamento anterior (decantador secundário). Essa etapa é uma forma de fazer a remoção da cor turva da água gerada pelo processo de celulose. Um dos motivos dessa cor é o cozimento da madeira, gerando matérias orgânicas, sendo muitas formadas por grupos cromóforos, que são células que geram aspectos de cor na água. Sendo assim, o Decantador Terciário tem como objetivo fazer a devolução da água à sua cor natural, não gerando um impacto visual na hora da devolução.

Como se inicia um processo terciário em uma empresa de celulose, o efluente após passar pelo processo anterior (decantador secundário), sendo processado pelos clarificadores, a água passará por tanques (caixas de floculação), onde é ajustado o pH (Potencial Hidrogeniônico), em seguida é dosado sulfato de alumínio agindo como coagulante, fazendo com que o lodo, ou seja, a matéria orgânica, decante.

A seguir serão discutidos potenciais vantagens e desvantagens do uso da casca de banana de acordo com os dados da pesquisa.

3.1 Vantagens

A partir da bibliografia e entrevista desta pesquisa, podemos observar que o uso da biomassa da casca da banana tem algumas vantagens no tratamento de efluentes de

empresas de celulose. Uma delas é por ser um produto natural de baixo custo. Outra vantagem levantada pela entrevista foi que a biomassa da casca da banana poderia ser utilizada no decantador terciário, onde é dosado sulfato de alumínio ajudando na remoção da cor turva da água, sendo assim a casca da banana ajudaria na remoção de metais existente na água no final do processo, logo após passando por filtros onde retira partículas de sólidos gerado pela biomassa da banana.

Outra vantagem percebida é o fato de a casca da banana ter características parecidas com a do eucalipto, que é a principal matéria prima para um processo de celulose. Uma dessas características é a presença de fibras que é a base para a produção da celulose, foco da empresa foco da entrevista. A fibra seria a substância com propriedades mais valiosa. Dessa forma, é possível utilizar o resíduo gerado pela biomassa da casca de banana para fazer algum tipo de celulose especial, podendo revender ou até mesmo ter um destino certo para o resíduo. Outra característica também é a lignina, hemicelulose, existentes em ambas as plantas tanto o eucalipto quanto a casca de banana. Posto isto, vimos que a biomassa da casca de banana tem aspectos análogos ao do eucalipto.

Por meio de análises práticas e trabalhos científicos, podemos observar que é possível fazer celulose através da casca de banana. Percebe-se uma que a utilização deste material é vantajosa para uma empresa de celulose. Além de retirar os metais, a biomassa da casca da banana pode ser transformada em celulose. Por fim, outra vantagem levantada é que outras empresas podem usar a biomassa da casca de banana como base para um único produto (polímeros, por exemplo) para tratamento de efluentes, podendo produzir em grandes quantidades. Seria uma coisa inovadora para o tratamento de efluentes, uma forma natural e barata de fazer esses tratamentos.

A tabela 1 descreve as principais vantagens do uso de casca de banana para tratamento de efluentes no processo de celulose.

Tabela 1: Vantagens do uso de casca de banana para tratamento de efluentes

Vantagens	Descrição
(1) Produto natural	A casca de banana é um produto orgânico e, por isso, não apresenta a toxicidade de produtos químicos industriais.
(2) Custo	Como se está aproveitando matéria orgânica que iria ser desperdiçada, economiza-se com o custo de produção.
(3) Decantador terciário	A casca ajudaria na remoção de metais nesta fase do processo.
(4) Reaproveitamento do resíduo	Por ter propriedades semelhantes à celulose, o resíduo da casca usada no tratamento pode ser usada para a produção de celuloses especiais.
(5) Produtos derivados	A casca de banana pode ser um insumo para elaboração de polímeros específicos para tratamento de efluentes.

Fonte: Elaborado pelos autores

3.2 Desvantagens

Pode-se listar algumas desvantagens em utilizar a biomassa da casca de banana em um processo contínuo de efluente. Uma delas é o fato de ser um processo novo que nunca foi testado industrialmente. Isso seria um empecilho, pois uma inovação demanda estudos adicionais com pessoas e recursos dedicados a esta tarefa. Vários detalhes deverão ser cuidadosamente analisados como a proporção entre as quantidades de água e casca, quais processos serão necessários, qual o tipo de equipamento que vai ser utilizado e quais adaptações no processo atual serão exigidas.

Outra desvantagem também está na parte de logística desse processo. Será preciso decidir como vai ser feito a coleta dessa matéria prima, em um processo de logística reversa. Está logística é difícil, porque o consumo de banana é disperso geograficamente, o que torna a coleta complexa. Este material geralmente é descartado domesticamente no lixo orgânico. O fato de ser um produto degradável também é um empecilho nesta coleta.

Também podemos observar que esse processo exigiria uma grande quantidade de biomassa da casca de banana, sendo que a oferta de casca pode não cobrir a demanda. Ademais, um ponto importante de se observar é o tempo da reação, ou seja, quanto tempo levaria para poder fazer a remoção dos metais em um processo contínuo. Este tempo é essencial para uma empresa deste ramo, pois o efluente de uma fábrica desse porte é constante. Então, um estudo de aplicação estimar o tempo que levaria para fazer essa remoção em grande quantidade.

Um dos fatores mais importantes para a decisão de se implementar a casca no processo seria o aspecto financeiro. Atualmente, grandes empresas, como as de celulose, apresentam rigoroso controle de seus gastos e está aplicação poderia envolveria investimentos e aumento da mão de obra. A empresa deveria elaborar estratégias para poder ter um resultado eficaz com baixo custo.

Por fim, uma grande desvantagem é o resíduo gerado pela biomassa da casca de banana. A resultado do processo de bioextração em si gera resíduos pela reação da casca com os metais. Estudos adicionais precisam ser feitos para decidir o destino correto para este resíduo suas propriedades físico-químicas como o pH, condutividade, entre outros. Todo resíduo gerado deve ser destinado em um local correto para não contaminar o meio ambiente. Portanto, o impacto ambiental é um dos fatores para descobrir o que fazer com o resíduo gerado pela casca de banana.

A tabela 2 resume as principais desvantagens discutidas nesta seção.

Tabela 2: Desvantagens do uso de casca de banana para tratamento de efluentes

Vantagens	Descrição
(3) Processo novo	Este processo ainda não foi testado suficientemente em atividades industriais. Possíveis problemas técnicos podem surgir quando a solução for testada em campo.
(4) Logísticas	Como a oferta de casca de banana é dispersa geograficamente, a logística reversa deste resíduo para reaproveitamento é difícil.
(6) Demanda	Desafios para obtenção de casca de banana suficiente para suprir demanda atual das indústrias de celulose.
(7) Aspectos financeiros	A adequação do processo para uso da casca pode envolver investimentos. A viabilidade econômica deve ser considerada.
(8) Resíduos	O próprio processo de remoção de resíduos do processo de celulose gera resíduos que devem ser gerenciados com cuidado.

Fonte: Elaborado pelos autores

5. CONCLUSÕES

Por meio de análises bibliográficas e entrevista, concluiu-se que esse trabalho cumpriu com o objetivo inicial de levantar vantagens e desvantagens de uma técnica nova de remoção de metais pesados através da biomassa da casca de banana em efluentes. Através dessa pesquisa, levantou-se oportunidades e possíveis dificuldades de implementação desse método especificamente para os efluentes de empresas de celulose. Esta pesquisa apresenta contribuições para as pesquisas em tratamento de efluentes da celulose, trazendo novos dados sobre assunto. Além disso, esta pesquisa traz insights interessantes para a indústria, divulgando o método foco deste estudo e trazendo suas principais limitações.

Esta pesquisa tem caráter exploratório, com seus resultados apresentando limitações. Para confirmação do potencial de uso, seria recomendável realizar análises práticas e laboratoriais futuramente, para verificar a eficácia em um processo real de tratamento de efluentes. Pesquisas futuras também poderão avaliar a viabilidade econômica

da implementação. Se implementada por grandes empresas com produção em larga escala, esta técnica e variações, como a criação de um polímero que faz a remoção dos metais, seria de grande ajuda para o meio ambiente, e para empresas tanto no processo quanto no custo, pois o valor para o tratamento de um efluente é alto atualmente.

Novas pesquisas têm sido publicadas referente a biomassa da casca de banana, e vem despertando curiosidade em pesquisadores. Cada vez mais descobrem-se novas oportunidades de reutilização da casca desse fruto que na maioria das vezes são descartadas sem uso. Uma dessas pesquisas é poder fazer celulose com a biomassa da casca de banana, podendo fabricar um tipo de celulose especial. Seria algo inovador para a área de celulose. Sabendo-se que tem as mesmas características do eucalipto, a casca da banana poderia sim ser reutilizada como base para esta celulose especial.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, M. R. M. P., NOVAES, M. C. GUARINO, A. W. S. **Remoção de metais pesados de efluentes industriais por aluminossilicatos.** Química Nova, 25, 6b, 12 2002.

ARAGUAIA, Mariana. **BANANA.** Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/frutas/banana.htm>>. Acesso em: 05 jun. 2014.

AZZOLINI, Lucas Fernando Fabro; **Controle da eficiência do sistema de tratamento de efluentes de uma indústria de celulose e papel da região meio oeste de Santa Catarina.** Disponível em: <https://portalperiodicos.unoesc.edu.br/acet/article/view/1500/pdf>

BONIOLO, Milena R. **Biossorção de urânio nas cascas de banana.** 2008. Dissertação de (Mestrado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear - Materiais) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Autarquia Associada à Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

CRUZ, Maria A R. dá; **Utilização da casca de banana como biossorvente.** 2009. 74 f. Dissertação – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

FONSECA, Bethania Brochier. **Utilização da casca de banana como biossorvente na remoção de cromo hexavalente em efluente sintético.** Disponível em: <http://conferencia.uergs.edu.br/index.php/CFB/IVCFB/paper/viewFile/4017/1012>

LIMA, Suzan Xavier. **Extração da celulose da casca da banana prata (M.spp) por um método verde e avaliação da influência de água na estrutura molecular da celulose.** 2018. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018.

NETO, Sebastião Pedro da Silva; GUIMARÃES., Tadeu Gracioli. **Evolução da cultura da banana no Brasil e no mundo** 2011. Disponível em: <<http://www.cpac.embrapa.br/noticias/artigosmidia/publicados/287/>>. Acesso em: 05 jun. 2015.

NAMASIVAYAM; KANCHANA,1993 **N. Waste banana pith as an adsorbent for color removal from wastewaters.** *Chemosphere*, v.25, p. 1691-1705, 1992.

PRATES, **A evolução da indústria de celulose e papel.** Disponível em: http://www.revistaopapel.org.br/edicoes_impressas/67.pdf

SHENWARI, K. A. et al. Biosorption of Cadmium from Aqueous Solutions by Banana Peel Powder. **Madras Agricultural Journal**, v. 105, n. 1–3, 1 mar. 2018.

SHINZATO, Mirian Chieko. **Remoção de Metais pesados em Solução por Zeólitas naturais.** 2007. 15 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Química, Revista do Instituto Geológico, Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), São Paulo, 2007.

SILVA, Nelson Consolin Filho, **Utilização da casca de banana como bioissorvente para a adsorção de chumbo (II) em solução aquosa 2014.** Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6953/3/CM_COEAM_2014_1_18.pdf.

VON SPERLING, **M. Lagoas de estabilização: princípios de tratamento biológico de águas residuárias.** DESA - UFMG, 1996b, 134p.



VIABILIDADE ECONÔMICA NA OBTENÇÃO DE MADEIRA SERRADA: ESTUDO DE CASO EM UMA SERRARIA NO INTERIOR DE SÃO PAULO

Marcus Antonio Pereira Bueno – 202121180-6

Orientador: Prof. Dr. João Victor Rojas Luiz

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi fazer uma análise da viabilidade de custos em Reais, moeda vigente atualmente no país, para a serragem da madeira de eucalipto em uma pequena serraria no interior do estado de São Paulo. Para este estudo, foram levantados os custos da serragem, desde a mão de obra, gastos com manutenção, combustível, custo da compra das toras de madeira, dentre outros custos. Para se calcular o valor das toras de madeira, foi criada uma equação que se adequasse às anisotropias das mesmas, para se saber o montante comprado em metros cúbicos em Reais e também equações para se calcular o valor da madeira já pronta e serrada para entrega ao consumidor final. Também foi feita a transformação de todos os custos e etapas em valores para compor o custo final e assim o lucro final para venda por método direto, onde cada item é analisado e transformado em custo ou despesa diária em Reais para compor o trabalho. Os resultados analisados indicaram que a serragem do eucalipto tem uma boa rentabilidade e é muito viável e que o valor cobrado para venda por metro cúbico de madeira em Reais se mostrou adequado, cobrindo os custos totais da serragem e também da compra das toras de madeira, sobrando inclusive caixa para melhorias de equipamentos e pequenos investimentos.

Palavras-chave: Eucalipto, custo direto, madeira reflorestamento, tábuas madeira.

ABSTRACT

The objective of this work was to carry out an analysis of the cost viability of costs in Reais, the current currency in the country, for sawing eucalyptus wood in a small sawmill in the interior of the state of São Paulo. For this study, the costs of sawing were surveyed, from labor, maintenance costs, fuel, cost of purchasing wood logs, among other costs. To calculate the value of the wood logs, an equation was created that adapted to their anisotropy, to know the amount purchased in cubic meters in Reais and also equations to calculate the value of the wood already ready and sawn for delivery to the final customer. All costs and steps were also transformed into values to compose the final cost and thus the final profit for sale by direct method, where each item is analyzed and transformed into a daily cost or expense in Reais to compose the work. The analyzed results indicated that eucalyptus sawing has good profitability and is very viable and that the amount charged for sale per cubic meter of wood in Reais proved to be adequate, covering the total costs of sawing and also the purchase of

wood logs, there is even cash left over for equipment improvements and small investments.

Keywords: Eucalyptus, direct cost, reforestation wood, wooden planks.

1. INTRODUÇÃO

Desde o início da existência do homem no planeta Terra, este usa a madeira para o desenvolvimento da civilização, sendo talvez um dos mais importantes materiais e entre os mais antigos. Por dezenas de milhares de anos a madeira vem sendo utilizada para construir habitações, fornecer lenha para o fogo, assim cozinhar alimentos e alimentar forjas e fornalhas, para aquecer casas e tendas e proteger do frio e também para construção das primeiras embarcações, dando origem à descoberta de novos continentes e do comércio mundial e até mesmo para retirada de pigmentos para se fazer tintas e corantes como o Pau-Brasil, madeira qual deu origem ao nome do nosso país (JANKOWSKY; GALVÃO, 2000). Desde este primórdio de civilização até os dias atuais ela ainda é fortemente utilizada, porém tudo isto tem um preço a ser pago, o desmatamento e a diminuição das florestas nativas, tornando a madeira cada vez mais cara e em menor abundância (TEIXEIRA et al., 2009)

Nos dias atuais, a madeira de alta demanda tem sua origem nas florestas de plantio controlado ou mais conhecido como reflorestamento, e é nestas florestas que este trabalho vem se apoiar. Como a madeira nativa é pouca no Estado de São Paulo e quase proibida de ser manejada aqui e em todo o Brasil, sendo seu manejo monitorado pelo Ibama e pela polícia Florestal, fica a necessidade de se apoiar para o recurso das madeiras de reflorestamento como o eucalipto (MELO-JUNIOR, 2017). O eucalipto é uma madeira formado por diversas espécies dentro da mesma família e tem sua origem na Austrália o que torna o corte desta madeira liberada, não sendo uma madeira nativa, assim tecnicamente todas as arvores desta espécie são de reflorestamentos ou plantadas pela ação do homem. Por esta razão este referido trabalho teve o objetivo de fazer um levantamento de custos desde a compra e a até a venda da madeira de eucalipto serrada e sua viabilidade na venda para uso na construção civil ou em outras aplicações já que esta é uma madeira de baixo valor agregado perante madeiras nobres de origem nativa como o Pau-Brasil, Jatobá, Garapeira e Perobas (LOBÃO et al., 2010).

2. OBJETIVO

Este trabalho teve por objetivo principal, fazer o levantamento e uma estimativa real dos custos envolvidos num montante de madeira serrada a fim de se

comparar com os custos desde a compra até a serragem da madeira versus o lucro obtido ao final da serragem para a entrega ao consumidor final.

2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Quantificar a madeira comprada em toras para metros cúbicos;
- Quantificar a madeira serrada em metros cúbicos;
- Averiguar os custos envolvidos na serragem da madeira;
- Fazer um comparativo entre o custo total *versus* o valor final de venda para entrega ao consumidor final.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Na fundamentação teórica, são abordados tópicos relacionados ao material estudado nesta pesquisa, o eucalipto.

Originalmente a madeira da espécie de Mirtáceas vem do continente Australiano, sendo esta conhecida comumente por eucalipto ou eucaliptos no qual cobre naquele continente uma área de aproximadamente 90% da extensão do território compreendido pela Oceania (BERTOLA, 2004).

No Brasil, o Eucalipto tem como fortes indícios a sua chegada por volta de 1825, vindo compor a paisagem e para o sombreamento do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, logo chamou a atenção devido à rápida formação e adaptação ao clima tropical brasileiro, despertando o interesse das empresas ferroviárias nacionais. O início do seu cultivo se deu principalmente para suprir a demanda de lenha para alimentar locomotivas e madeira para produção de moirões, dormentes e postes pelas mãos do Cientista em silvicultura Edmundo Navarro de Andrade com as primeiras florestas em escala industrial plantadas no horto florestal de Rio Claro-SP (BRACELPA, 2014).

Dentre muitas de seus espécimes as mais cultivadas no Brasil estão o *Eucalyptus camaldulensis*, *E. citriodora*, *E. grandis*, *E. robusta*, *E. saligna*, *E. globulus*, *E. deglupta*, *E. tereticornis*, *E. pellita*, *E. moorei*, *E. smithii*, *E. urophylla* e *E. resinífera*, onde as mais utilizadas para plantio são as espécies *Eucalyptus grandis* com 55%, *Eucalyptus saligna* (17%), *Eucalyptus urophylla* (9%), *Eucalyptus viminalis* (2%), variantes híbridas de *E. grandis* e *E. urophylla* (11%) e outras espécies somadas chegam a 6%. A espécie *Eucalyptus benthamii* também vem se destacando na região sul do país por sua tolerância a baixas temperaturas e geadas (BRACELPA, 2014).

No relatório anual do Instituto Brasileiro da Árvore (IBÁ) que foi concluído no ano de 2016, confirma que o pinus vem sendo substituído pelas florestas de eucalipto como a nova base florestal pela indústria. O eucalipto já é mundialmente conhecido

por sua grande produtividade e elevada redução nos ciclos de rotação do plantio e colheita das safras, ou seja, ele cresce mais rápido gerando mais madeira em menor tempo para derrubada. Esse fator é creditado as empresas do ramo florestal e ao avanço dos investimentos em pesquisa e melhorias genéticas, onde a produtividade média do plantio de eucalipto em 2015 tem uma média de 36 m³/ha.ano, enquanto o pinus mantém 31 m³/ha.ano (IBÁ, 2016).

4. METODOLOGIA

Nesta seção é apresentada de forma clara e bem objetiva como foi feito o desdobro da madeira *in natura* e os métodos para se calcular e se obter o valor final do produto serrado.

4.1 COMPRA E TRANSPORTE DA MADEIRA

Para se iniciar o trabalho, é feito uma busca por vendedores que estejam vendendo toras de madeira. Ao se localizar um vendedor, é feita uma oferta pela quadra da floresta plantada ou pelas árvores que estejam à venda. Eventualmente, estas árvores podem já ter sido derrubadas ou ainda podem estar a esperar o manejo, ou seja, serem derrubadas. A madeira em questão a ser relatada aqui neste referido trabalho é madeira de *Eucalipto SSP* ou comumente chamado de Eucalipto Comum originária do plantio florestal.

Esta madeira hoje tem uma precificação que gira em torno de R\$ 250,00 Reais o metro cúbico para ser carregada na floresta já incluindo o manejo, ou seja, madeira já derrubada e desgalhada, porem os valores podem ser maiores ou menores a depender se tem manejo ou não, distância, se o vendedor já fornece carregada ou não, dentre outros detalhes, mas fica aqui estabelecido que o valor para este referido trabalho é o já declarado acima.

Para se saber o valor a ser pago pela madeira a mesma é calculada em metros cúbicos, utilizando a formula de cálculo de um cilindro sendo esta a forma geométrica mais parecida com uma tora de madeira. A fórmula original é:

$$v = \pi \times \left(\frac{d}{2}\right)^2 \times h$$

Onde: V = Volume metro cúbico (m³);

d = Diâmetro (m);

h = Altura (m);

Como as toras de madeira naturalmente tem anisotropia ou não são igualadas à formula do cilindro sobre uma pequena variação, sendo que ao invés de se calcular

usando apenas um diâmetro se utiliza 4 diâmetros e depois se faz uma média para se calcular. Cada ponta da madeira é medida duas vezes em forma de X e sendo que ao longo de seu comprimento ela sofre normalmente com afinamentos pois o pé que fica rente ao solo é normalmente mais grosso que a outra ponta, parte que fica perto da copa da árvore, assim sendo temos a seguinte formula:

$$P1 = \frac{\textit{medida A} + \textit{medida B}}{2}$$

$$P2 = \frac{\textit{medida C} + \textit{medida D}}{2}$$

$$V = (\pi \times \left(\frac{P1 + P2}{2}\right)^2 \times h) \div 4$$

Onde: V = Volume metro cúbico (m³);

P1 = ponta 1 (m);

P2 = ponta 2 (m);

h = Altura (m);

Na figura 1 tem-se um exemplo de como é feita a medição da tora de madeira.

Figura 1 – Medição da Tora de Madeira



Fonte (autor)

Para se buscar a madeira é necessário um caminhão com capacidade compatível com o comprimento da madeira e ao menos um trator/carregadeira para se carregar o caminhão. Já no campo a madeira é selecionada de acordo com o pedido e cortada no comprimento correto para não ter desperdício da mesma. Na Figura 2, observa-se como é feito o carregamento do caminhão com o trator carregadeira.

Figura 2 - Carregamento do Caminhão



Fonte (autor)

Ao chegar na serraria, a madeira é descarregada no pátio de toras, onde vai aguardar sua vez para o desdobro ou serragem.

4.2 ENERGIA ELÉTRICA, MANUTENÇÃO E MÃO DE OBRA

No referido trabalho, foram adotados dias corridos trabalhados para todos os itens, ou seja, dependendo do mês tem 30 dias ou 31 dias, salvo fevereiro, sendo os valores próximos da divisão do mês por 30 e 31 dias adotando uma média entre eles, para quase todos os casos se encontrando o valor diário respectivo. Para se averiguar o consumo de eletricidade da serraria, foi feita uma média dos últimos três meses

obtendo-se o valor consumido diário em KW/h e em Reais. Na Tabela 1, é possível averiguar como foram feitos os cálculos e os valores obtidos:

Tabela 1 – Média consumo eletricidade

Médias	Dias	Mês	Kw	R\$
	30	Setembro	398	321,56
	30	Agosto	331	267,44
	33	Julho	421	340,16
Média/Mês	31		383,33	309,72
Média/Dia	1		12,36	9,99

Fonte (autor)

O consumo de eletricidade foi obtido levando em consideração dias corridos e não dias trabalhados, pois a companhia de energia faz uma leitura mensal que gira em torno de 31 dias, na média da leitura um valor de 12,36 kw/h e R\$ 9,99 Reais.

No quesito Manutenção, fica esclarecido que mesmo a manutenção corretiva e a preventiva não acontecem a todo momento podendo ficar meses sem ocorrer, pois, nem todo equipamento tem a necessidade de trocas de peças constantes por uso, para não acarretar uma quebra (preventiva). De modo em geral, esta manutenção é a troca de rolamentos e engraxar os mesmos, para não ter desgaste prematuro ou troca de correias das maquinas.

Evidenciam-se tanto a manutenção corretiva planejada quanto a não planejada. Por exemplo, uma manutenção corretiva planejada é a troca da peça que teve um mau funcionamento, porem ainda trabalhando com falhas e isto pode acontecer uma vez ao mês ou levar vários meses para ocorrer. Um exemplo de manutenção corretiva planejada é a troca de uma turbina de um caminhão, planejada para Dezembro ou inicio de Janeiro, pois a mesma já apresenta defeito (vibração na carcaça), porém em pleno funcionamento e corretiva não planejada é a troca de um pneu que estourou por motivos alheios. Um exemplo seria o caminhão passar por cima de objetos perfurantes, escondidos como pedras e ou tocos de árvores escondidos no mato na hora do carregamento.

Assim, fica aqui esclarecido que estes eventos podem ocorrer ao longo de um tempo elevado ou não demarcando uma linha de tempo maior para uma averiguação correta de valores gastos (um ano para este caso) e estabelecido que o valor médio encontrado foi de R\$ 2.000,00 reais por mês, ou R\$ 65,00 reais por dia corrido. Como exemplo de valores, um pneu de caminhão custa em média R\$ 2.200,00 (tipo 1100-22 Papaleguas G8 goodyear) e uma turbina de caminhão (Scania) custa R\$ 4.000,00 para troca.

Para valores de mão de obra ou despesas com funcionários, levando em consideração já os impostos pertinentes ao registro da carteira, temos um valor muito próximo a R\$ 12.000,00 reais ou R\$ 390,00 Reais por dia trabalhado.

Foi levado em consideração outros valores de despesa como Conta de Água, R\$ 52,00 reais (mínimo da Sabesp), Conta de Telefonia R\$ 65,00 Reais (fixo), consumíveis como graxas, óleos para motores e óleo hidráulicos R\$ 150,00, folhas de serra R\$ 300,00, outras miudezas como pregos, parafusos, cola e lixas R\$ 80,00 Reais, despesas bancárias com taxa de manutenção de conta R\$ 78,00 reais por mês e para escritório R\$ 180,00 por mês, perfazendo um total de R\$ 905,00 Reais ou R\$ 29,60 Reais por dia.

Outra importante despesa é a relacionada ao combustível, gasolina e óleo diesel. A gasolina para abastecer o veículo utilizado para serviços gerais e para motosserra e o óleo diesel para caminhões e tratores. Neste caso, somando ambos os tipos de combustíveis, chega-se numa média de R\$ 2.300,00 ao mês ou R\$ 75,40 por dia de gasto.

4.3 DESDOBRO DAS TORAS DE MADEIRA

O desdobro é feito por um equipamento chamado serra de fita, que serra a tora em pranchas de madeira ou tábuas, até o termino da mesma. Neste caso, as toras de madeiras são desdobradas em forma de tábuas. Abaixo segue a Figura 3 demonstrando como é o procedimento.

Figura 3 – Desdobro serra de fita



Fonte (autor)

O procedimento foi feito com três viagens de toras, em que as mesmas foram medidas e depois cubricadas. Cada carregamento obteve um valor em metros cúbicos e em Reais. Aqui, vamos denominar os nomes das viagens como A, B e C.

Na sequência, depois que a madeira é serrada, esta é colocada em montes, onde posteriormente é refilada com serra circular. Esta serra retira as costaneiras que sobraram nas pranchas e abre as pranchas em vigas, caibros e outras madeiras pedidas em encomenda. Para o referido trabalho, as toras foram serradas em tábuas e também refiladas na serra circular, onde a costaneira que sobrou é cortada e retirada, deixando as tábuas na largura da encomenda com comprimentos de 3 metros e 4 metros. Após este processo, a madeira já processada é levada para o pátio de armazenamento, onde fica no aguardo para o carregamento e entrega final aos consumidores. Na Figura 4, é possível observar o monte de tábuas aguardando carregamento.

Figura 4 – Monte de Tábuas



Fonte (autor)

Para se saber o quanto uma tábua ou elemento de madeira tem em metros cúbicos, para efeito de cobrança da venda, é utilizada a fórmula descrita abaixo:

$$V = C \times L \times h \times R\$$$

Onde: V = Volume metro cúbico (m³);
C = Comprimento (m);
L = Largura (m);
h = Altura (m);
R\$ = Valor pretendido do metro Cúbico.

A madeira já serrada e pronta para carregamento e transporte tem um valor final para venda de R\$ 2.500,00 Reais o metro cúbico, sendo que esta pode ser tratada com produtos químicos por empresas de terceiros para prevenir ataques de fungos, insetos e intempéries para uma duração maior e assim aumentar o seu valor comercial.

Também é importante descrever que a madeira não tem um aproveitamento total, ou seja, um metro cúbico de madeira em toras não se transforma em um metro cúbico serrado tendo uma perda considerável depois do desdobro. No geral, 70% da madeira que não foi aproveitada como costaneiras e sobras do refilamento viram lenha para queima e o restante fica na forma de pó de madeira e de cavacos de madeira maiores. A lenha para queima é vendida por metro cúbico custando R\$ 40,00 reais o metro e o pó da madeira e os cavacos maiores acabam sendo doados a fim de apenas limpar o ambiente por representar um volume pouco expressivo e com baixa procura e valor agregado.

5. RESULTADOS

Neste capítulo, é apresentado e também discutido os resultados encontrados para todos os parâmetros mencionados para este trabalho.

5.1. VALORES COMPARATIVOS DOS RESULTADOS PARA PRECIFICAÇÃO

Ao se realizar os cálculos das viagens de madeira, transformando cada uma em metros cúbicos e valores em Reais temos os seguintes dados demonstrados na Tabela 2. Para cada carregamento discriminado, obteve-se um valor em metros cúbicos para o total carregado, que é a quantidade de madeira carregada, total serrado que é a quantidade de madeira que efetivamente se transformou em produtos após a serragem, total de perda que é a porcentagem que se perdeu na transformação da madeira carregada em madeira serrada, valor da carga de madeira que é o valor pago pela carga (metros cúbicos x valor do metro cúbico da tora) e valor total da madeira serrada (metros cúbicos da madeira serrada x valor da madeira serrada)

Tabela 2 – Dados das Gerais das Cargas de madeira

Valores Obtidos nas Viagens				
Dados	Cargas de madeira			
	A	B	C	Total
Total Carregado m ³	10,369	11,529	9,268	31,166
Total Serrado m ³	5,382	6,075	4,716	16,173
Total de perda m ³	4,987	5,454	4,552	14,993
Total aproveitado em %	51,9	52,6	50,8	
Valor da carga de madeira	R\$ 2.592,25	R\$ 2.882,25	R\$ 2.317,02	R\$ 7.791,52
Valor da madeira serrada	R\$ 13.455,00	R\$ 15.187,50	R\$ 11.790,00	R\$ 40.432,50

OBS: Valor do Metro Cúbico Madeira em Toras Comprada R\$ 250,00 Reais
 Valor do Metro Cúbico da Madeira Serrada R\$ 2.500,00

Fonte (autor)

Ao se fazer uma confrontação dos custos, tem-se que para se serrar uma viagem são necessários seis dias em média de trabalho. Nota-se que, em média, cada viagem tem uma quantidade de madeira próxima, pois as toras são carregadas de maneira que se encaixem corretamente formando menos espaços em vazio, o que causa pouca diferença em tempo na serragem.

Para cada dia trabalhado, temos que os custos já levantados são: Energia elétrica (R\$ 9,99), Manutenção (R\$ 65,00), Mão de Obra (R\$ 390,00), Outras Despesas (R\$ 29,60) e Combustíveis (R\$ 75,40), perfazendo um total de R\$ 569,99 ao dia.

Levantados todos os custos, chega-se ao resultado de que o custo total da serragem da madeira é a soma do custo de cada dia trabalhado vezes a quantidade de dias para a serragem da carga de madeira, mais o valor da carga de madeira carregada. Para se obter a primeira estimativa de lucro, é calculado o valor da carga de madeira serrada, como descrito na Tabela 3, em que cada metro de tábua é somado e transformado em metros cúbicos vezes o valor do metro cúbico da madeira serrada para venda, isto para cada carga, chegando-se ao valor da madeira serrada. Na Tabela 4, já é possível verificar a estimativa de lucro inicial para cada carga de madeira, em que este é o valor da madeira serrada menos o valor da carga de madeira e menos o valor do custo total da serragem da madeira.

Tabela 3 – Valor da Cargas de madeira Serrada

Cálculo da quantidade de Tabuas das viagens para metros Cúbicos e valor da madeira Serrada							
Carga A	Comprimento tábuas metros	3	220	660	Total Metros corridos de tábuas	1196	Valor carga madeira R\$ 13.455,00
	Comprimento tábuas metros	4	134	536	Total Metros cúbicos de tábuas	5,382	
Carga B	Comprimento tábuas metros	3	130	390	Total Metros corridos de tábuas	1350	Valor carga madeira R\$ 15.187,50
	Comprimento tábuas metros	4	240	960	Total Metros cúbicos de tábuas	6,075	
Carga C	Comprimento tábuas metros	3	120	360	Total Metros corridos de tábuas	1048	Valor carga madeira R\$ 11.790,00
	Comprimento tábuas metros	4	172	688	Total Metros cúbicos de tábuas	4,716	

OBS: Um metro de tábua com 0,15m largura x 0,03m grossura x 1 metro comprimento = 0,0045m³ - Valor metro cúbico serrado R\$ 2.500,00

Fonte (autor)

Tabela 4 – Primeira estimativa de lucro.

Identificação da Viagem	Custo por dia de Trabalho	Dias trabalhados	Valor carga de madeira	Valor da Madeira Serrada	Estimativa Lucro
Viagem A	R\$ 599,99	6	R\$ 2.592,25	R\$ 13.455,00	R\$ 7.262,81
Viagem B	R\$ 599,99	6	R\$ 2.882,25	R\$ 15.187,50	R\$ 8.705,31
Viagem C	R\$ 599,99	6	R\$ 2.317,02	R\$ 11.790,00	R\$ 5.873,04

Fonte (autor)

Para se chegar ao valor real do lucro foi necessário levar em consideração outros fatores como a venda da sobra da madeira, sendo esta as costaneiras e a sobra do refilamento da madeira, que acabam por serem vendidos como lenha. No caso, considerando uma média da sobra ou diferença entre a madeira comprada em toras e da madeira serrada, se perde em torno 50%, sendo esta sobra composta em média por 70% deste total que se transforma em lenha e o restante são pequenas lascas de madeira, pedaços finos e pó-de-serra oriundo da serragem, no caso destes sem valor agregado para venda.

Ao se perfazer o valor do lucro final, leva-se em consideração também um novo desconto da estimativa de lucro para compra de uma nova carga de madeira, sendo o cálculo final composto da seguinte maneira: Estimativa de lucro mais o valor da venda da lenha menos o mesmo valor para se comprar uma carga de madeira igual a já serrada, ficando assim a proposta final como descrito na Tabela 5:

Tabela 4 – Primeira estimativa de lucro.

Identificação da Viagem	Valor Metro da Lenha	Quantidade por Carga	Valor nova carga de madeira	Estimativa Lucro	Lucro Líquido
Viagem A	R\$ 40,00	3,5	R\$ 2.592,25	R\$ 7.262,81	R\$ 4.810,56
Viagem B	R\$ 40,00	3,8	R\$ 2.882,25	R\$ 8.705,31	R\$ 5.975,06
Viagem C	R\$ 40,00	3,2	R\$ 2.317,02	R\$ 5.873,04	R\$ 3.684,02

Fonte (autor)

Assim, depois de averiguar todos os custos pertinentes à serragem, quantidades de dias para se serrar a carga, valor para compra da carga de madeira, valor obtido com a venda das sobras de madeira e o valor de reserva financeira para se comprar uma nova carga de madeira, chega-se ao valor do lucro Final.

6. CONCLUSÕES

Baseando-se no estudo deste referido trabalho, em que foi discutido e explicado todos os custos e levantamentos desde a compra até o lucro final, fica descrito que:

- ✓ Desde a compra da madeira, mesmo esta tendo um valor elevado, este não acaba influenciando tanto o custo e sim ajuda na elaboração inicial do valor final para venda ao consumidor;
- ✓ O valor da mão de obra, manutenção e combustíveis compõem o maior custo na composição do valor da venda para o consumidor final;
- ✓ É necessário sempre retirar da estimativa de lucro um valor ao menos equivalente à compra de outra carga de madeira, para poder manter o giro e comprar uma nova carga para serrar;
- ✓ O lucro final para cada carga demonstrou ser aceitável e o valor suficiente para se poder fazer novos investimentos como compra de equipamentos se necessário ou para compor a reserva financeira da empresa sendo que a somatória das 3 cargas de madeira serrada, A, B e C, que levaram 6 dias em média ou 18 dias de trabalho para serragem total geraram juntas uma receita final de lucro líquido no montante de R\$ 14.469,64.

Ao que este estudo indica a madeira serrada no valor final de venda de R\$ 2.500,00 para cada metro cúbico demonstrou ser um valor com ótima viabilidade econômica e competitivo no mercado, possibilitando arcar com todas as despesas e com a compra da matéria prima que são as toras de madeira. Além disto, o lucro líquido é o suficiente para cobrir despesas emergenciais e para fazer pequenos investimentos e melhorias para o comércio.

Para trabalhos futuros, pode-se estudar a madeira em outras formas de serragem como vigas, caibros e peças especiais e averiguar se o lucro final obtido e a perda da madeira em geral têm a mesma tendência deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL – **BRACELPA**. Disponível em:< <http://bracelpa.org.br/bra2/?q=node/136> >. Acesso em 25 de Outubro de 2014.

BERTOLA, A. **Eucalipto - 100 Anos de Brasil. “FALEM MAL, MAS CONTINUEM FALANDO DE MIM!”**. 2004. 89p.

COELHO, Rogger Miranda et al. Avaliação econômica do uso da madeira de eucalipto para diferentes finalidades, na região do Alto Jequitinhonha, MG. **FLORESTA**, v. 46, n. 2, p. 155-164, 2016.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES - IBÁ - **Relatório Anuário Estatístico da IBÁ - Ano base 2015**. Brasília 2016, 80p.



JANKOWSKY, Ivaldo Pontes; GALVAO, APM. Principais usos da madeira de reflorestamento. **Embrapa Florestas-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2000.

LOBÃO, Moisés Silveira et al. Agrupamento de espécies florestais pela similaridade das características físico-anatômicas e usos da madeira. **Cerne**, v. 16, p. 97-105, 2010.

MELO-JUNIOR, Joao Carlos Ferreira. O uso da madeira em uma serraria do século XX em Santa Catarina. **Balduinia (Santa Maria)**, n. 59, p. 19-26, 2017.

TEIXEIRA, Tatiana de Oliveira Borges et al. A percepção sobre o uso da madeira de eucalipto pelos fabricantes do polo moveleiro de Ubá-MG. **Revista Árvore**, v. 33, p. 969-975, 2009.