

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM INDÚSTRIA 4.0**

**RENAN GODOY**

**PROPOSTA DE AUTOMATIZAÇÃO DA RASTREABILIDADE DE  
AMOSTRAS USANDO A TECNOLOGIA RFID – RADIO FREQUENCY  
IDENTIFICATION – EM UMA FÁBRICA DE CELULOSE**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO**

**PONTA GROSSA**

**2020**

**RENAN GODOY**

**PROPOSTA DE AUTOMATIZAÇÃO DA RASTREABILIDADE DE  
AMOSTRAS USANDO A TECNOLOGIA RFID – RADIO FREQUENCY  
IDENTIFICATION – EM UMA FÁBRICA DE CELULOSE**

Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Indústria 4.0, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Rui Tadashi Yoshino



## **PONTA GROSSA**

**2020**

### **TERMO DE APROVAÇÃO DE TCCE**

**PROPOSTA DE AUTOMATIZAÇÃO DA RASTREABILIDADE DE AMOSTRAS  
USANDO A TECNOLOGIA RFID – RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION – EM  
UMA FÁBRICA DE CELULOSE**

*RENAN GODOY*

Este Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização (TCCE) foi apresentado em oito de fevereiro de 2020 como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Indústria 4.0. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

**Prof.**

Prof. Dr. Rui Tadashi Yoshino

---

**Prof.**

Prof. Dr. Marcelo Vasconcelos de Carvalho

---

**Prof.**

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Fernanda Tavares Treinta

- A Folha de Aprovação assinada encontra-se arquivada na Secretaria Acadêmica -

Dedico esse trabalho à minha esposa,  
Alana, quem mais me apoia nos  
momentos mais desafiadores.

## RESUMO

GODOY, Renan. **Proposta de automatização da rastreabilidade de amostras usando a tecnologia RFID – Radio Frequency Identification – em uma fábrica de celulose.** 2020. 14 f. Monografia (Especialização em Indústria 4.0) Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2020.

O mercado competitivo de *commodities* demanda, para a sustentabilidade dos negócios, que as empresas otimizem os recursos utilizados como matérias-primas, água, energia elétrica, pessoas, dentre outros. A utilização de novas tecnologias vem ao encontro dessa necessidade, auxiliando na gestão das organizações. Uma dessas tecnologias é o *RFID – Radio Frequency Identification*, que este trabalho estuda sua utilização para melhorar a gestão dos recursos do laboratório de uma fábrica de celulose. O objetivo é propor a utilização do RFID acoplado ao *LIMS – Laboratory Information Management System* – já utilizado na unidade, obtendo as informações dos horários de entrega das amostras pelos operadores, e os horários de início das análises dessas amostras. Para alcançar esse objetivo, uma avaliação da sistemática de trabalho é realizada, além do layout do laboratório para a instalação das antenas de leitura e da colocação das etiquetas RFID nos frascos de amostragem. São expostos os ganhos potenciais para o caso de implementação da tecnologia no laboratório, de acordo com a atual realidade do laboratório estudado.

**Palavras-chave:** RFID. Laboratório. Celulose. Indústria. Gestão.

## ABSTRACT

GODOY, Renan. **A sample traceability automation proposal using the RFID – Radio Frequency Identification technology in a wood pulp industry.** 2020. 14 p. Monograph (Specialization in 4.0 Industry) Federal Technology University - Paraná. Ponta Grossa, 2020.

The commodities market competitiveness demands, for business sustainability, the companies works with resources optimization such raw materials, water, electrical energy, people, and so on. The new technologies have been helping to cover this need, as tools to business management. One of these technologies is RFID – Radio Frequency Identification, what is studied by this paper, to help the management of a wood pulp mil laboratory. This paper aims to propose an RFID application connected with a LIMS – Laboratory Information Management System – that is already in use in the mill, getting the times of sample arriving at the lab, and the time of analisys start. To reach this target, a workflow analisys is made, and a layout verification to insall the reading antennas and the placement of the tags in the sample flasks. The potential gains of the implementation are exposed, accordingly the current condition fo the laboratory.

**Keywords:** RFID. Laboratory. Pulp. Industry. Management.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	8
2 O SETOR INDUSTRIAL DE PAPEL E CELULOSE .....	9
3 O SISTEMA RFID – <i>RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION</i> .....	10
4 METODOLOGIA.....	11
5 RESULTADOS ESPERADOS.....	12
6 CONCLUSÃO.....	13
REFERÊNCIAS.....	14

## 1 INTRODUÇÃO

A otimização de recursos no setor industrial vem sendo bastante explorada devido à competitividade do mercado, que pressiona as margens financeiras das empresas. O setor de “celulose de mercado”, como o nome já sugere, atua com uma *commodity* que apesar de demandar grandes quantidades de capital para aumento de volume de produção, o que dificulta a entrada de novos produtores no mercado, sofre bastante pressão sobre os preços dos produtos e está muito exposta às variações da economia mundial. Manter os custos sob controle e otimizar recursos é uma questão de sobrevivência.

Uma das áreas de interesse, é a otimização da utilização da mão-de-obra, com o objetivo de tornar os colaboradores mais produtivos. As novas tecnologias vêm ao encontro dessa demanda, fornecendo ferramentas para a otimização das rotinas de trabalho, facilitando o acesso à informação aos trabalhadores e até criando novas formas de atuação.

Fábricas modernas de celulose, apesar da grande quantidade de medidores “*on-line*” que fornecem dados em tempo real para os operadores e sistemas de controle automáticos, ainda demandam uma grande quantidade de análises feitas em laboratório, superiores a 500 análises realizadas por dia. A mão-de-obra para a realização dessas análises precisa ser altamente especializada, e há escassez de pessoas preparadas no mercado.

Este trabalho aborda uma sugestão de aplicação de um desenvolvimento tecnológico, conhecido como *RFID – Radio Frequency Identification*, ou “Identificação por Radio Frequência”, para o acompanhamento de amostras enviadas para o laboratório de controle de uma fábrica de celulose, com o objetivo de obter os horários de entrega e de início de análise de amostras provenientes do processo, para juntamente aos dados de horário de finalização das análises já disponíveis no sistema atual servir como base para otimizações da utilização dos laboratoristas e equipamentos, além de possibilitar a realocação dos horários de entrega das amostras no laboratório.



## 2 O SETOR INDUSTRIAL DE PAPEL E CELULOSE

A indústria de papel e celulose vem crescendo no Brasil, com vários investimentos sendo feitos em aumento de capacidade e na busca de novos produtos de origem florestal. Segundo o Relatório Anual do Ibá (2019), estão previstos R\$22 bilhões em investimentos no setor até 2022.

Um dos grandes diferenciais do Brasil nessa indústria é a elevada produtividade florestal, considerando como parâmetro o incremento médio anual (IMA) em metros cúbicos por hectare por ano. Segundo o Relatório Anual do Ibá (2019), o IMA brasileiro para o eucalipto é superior a 35m<sup>3</sup>/ha/ano e para o pinus é superior a 30m<sup>3</sup>/ha/ano. Ambos os valores são superiores às demais regiões do mundo, o que implica em um diferencial de custo, já que a área necessária para manejo pode ser menor para cada unidade de massa de celulose produzida.

Ainda assim, por se tratar de uma *commodity*, as variações de preço pressionam as margens do produto. Essas variações de preço podem ser observadas nos dados da revista O Papel, da Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel, edição janeiro 2020, mostrado na Figura 1.

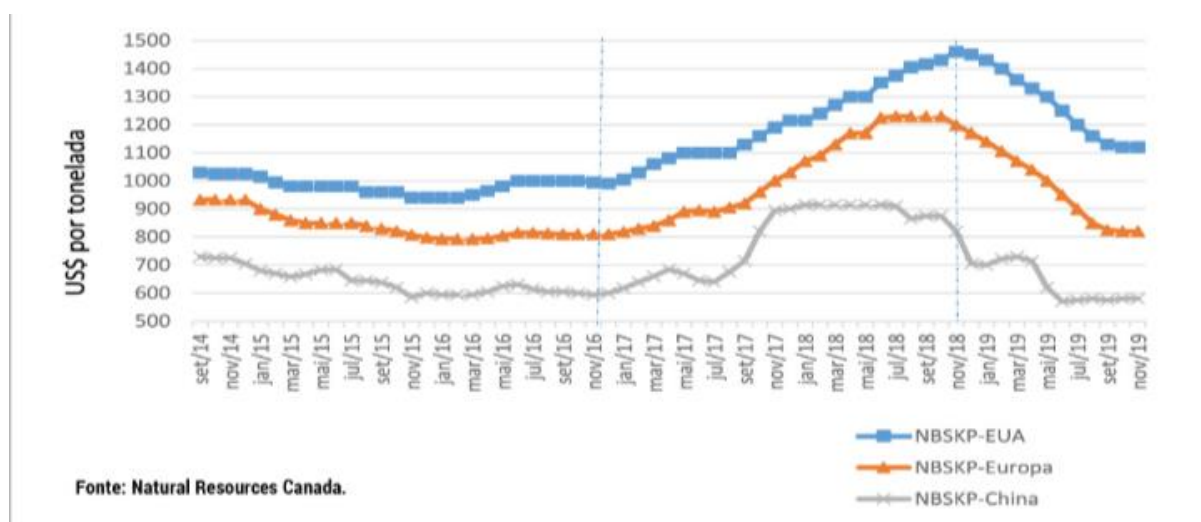


Figura 1 - Evolução do preço da tonelada da celulose fibra longa nos EUA, Europa e China, em US\$ - Bacha, 2020.

As fábricas de celulose possuem várias etapas de produção. O processo se inicia com a remoção das cascas das toras de madeira. As toras descascadas seguem para a etapa de picagem, reduzindo as toras em fragmentos, chamados de

cavacos, para uma boa penetração do licor de cozimento. Após a picagem, os cavacos são classificados de acordo com suas dimensões, em peneiras vibratórias. A etapa seguinte é o cozimento, processado em um equipamento chamado de digestor, onde os cavacos são alimentados juntamente aos produtos químicos e aplicação de temperatura (Castro, 2009). A polpa cozida é então lavada e depurada para melhorar os parâmetros de qualidade. A polpa cozida é marrom nesse estágio, mas pode ser branqueada para maiores alvuras. (Cepi, 2020). Já o licor preto gerado no digestor é enviado para a recuperação química, onde esse licor é queimado após ser concentrado em evaporadores. A solução resultante da queima é enviada para a caustificação, gerando novamente o licor para o processo de cozimento. (Castro, 2009).

### 3 O SISTEMA RFID – *RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION*

O RFID, *Radio Frequency Identification*, é uma infraestrutura física que usa a radiofrequência para transferir um identificador de um objeto para um leitor. Pode ser considerada uma melhoria quando comparada ao código de barras, por não precisar de uma visão direta com o objeto. (Lameitre, 2018)

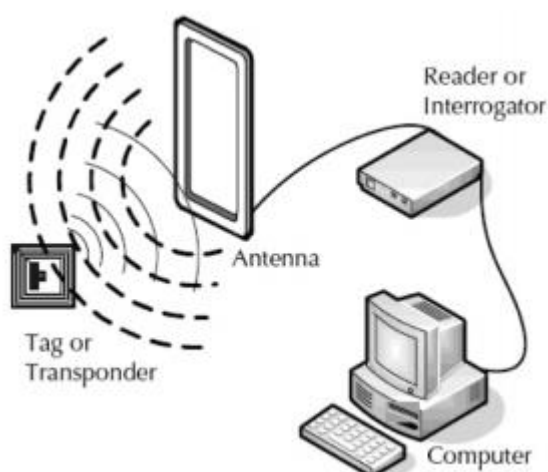
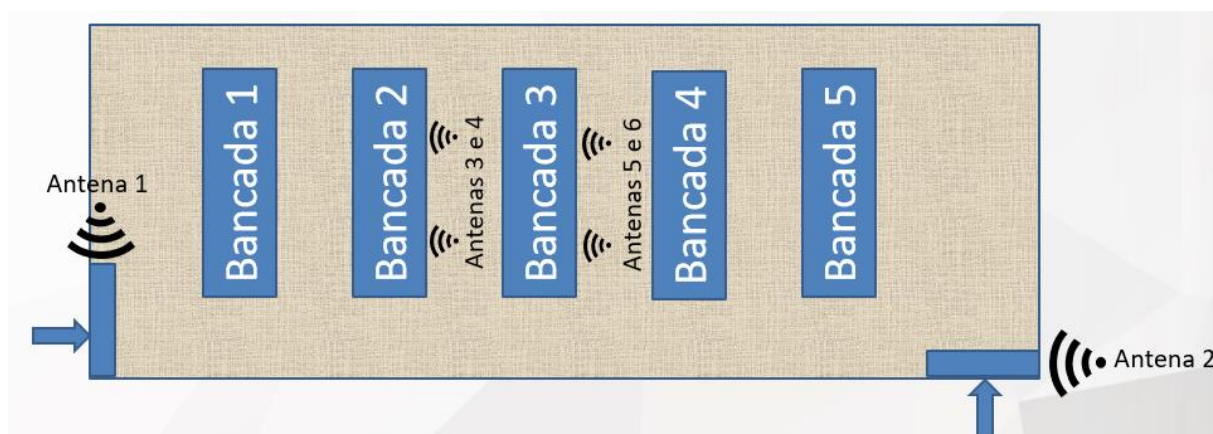


Figura 2 - Esquema básico de um sistema RFID (Lameitre, 2018)

## 4 METODOLOGIA

O trabalho realiza um estudo sobre o RFID e suas capacidades, além de obter referências de outras aplicações dessa tecnologia. Também analisa o fluxo de trabalho do laboratório, para entendimento da rotina e os passos entre a chegada e entrega de amostras realizado pela operação – caminho para a entrega no laboratório, local onde é deixado – bem como a localização dos equipamentos nas bancadas, para a detecção dos momentos de início das análises.

Foi realizada a análise do layout e a rotina de entrega e análise das amostras no laboratório para determinar os pontos de instalação das antenas, para obter os horários de entrega e horário de início das análises, conforme mostrado na Figura 3.



**Figura 3 - Esquema simplificado do laboratório em estudo (Autor, 2020)**

Como mostrado na Figura 3, a localização das antenas foi definida utilizando os seguintes critérios: As antenas 1 e 2 estão posicionadas sobre as portas de entrada, por onde os operadores entram com os frascos das amostras. Essas antenas têm o papel de identificar o momento em que a amostra foi entregue. Já as antenas 3, 4, 5 e 6 estão próximas aos equipamentos de medição ou pontos de prepare de amostras, e têm o papel de identificar o início das análises.

## **5 RESULTADOS ESPERADOS**

Com a instalação do aparato de antenas e integração com o sistema LIMS – Laboratory Information Management System – que já está presente no laboratório, espera-se obter informações precisas dos horários de entrega e início das análises das amostras enviadas pela operação da fábrica, de uma maneira automatizada e sem a ação dos laboratoristas. Esses dados podem ser usados pela gestão do laboratório para a otimização de recursos, com potencial ganho financeiro para a empresa.

## 6 CONCLUSÃO

Uma proposta de aplicação de RFID – *Radio Frequency Identification* – para a rastreabilidade de amostras no laboratório de uma fábrica de celulose foi realizada. Foi possível identificar os pontos onde as antenas devem ser instaladas, tanto para detectar a entrega das amostras como para gerar os horários de início das análises. São esperados ganhos na gestão do laboratório, na gestão de recursos (pessoas e equipamentos), o que deve gerar também ganhos financeiros. Sugere-se a continuação do estudo, realizando testes com fornecedores.

## REFERÊNCIAS

Bacha, Carlos José Caetano. **Ciclo de queda de preços da celulose entra em sua fase final**. Revista O Papel. Brasil. Ano LXXXI, Nº1 2020. P 13-18. Janeiro, 2020.

Castro, Heizir F. de. **Papel e Celulose**. Apostila do curso de Processos Químicos Industriais II. Escola de Engenharia de Lorena, USP, 2009.

Foelkel, Celso. **Aspectos Práticos e Conceituais sobre a Fabricação de Celulose de Mercado do Tipo Kraft Branqueada a Partir de Madeira de Eucalipto**. Disponível em [http://eucalyptus.com.br/eucaliptos/PT31\\_ProcessoKraftEucalipto.pdf](http://eucalyptus.com.br/eucaliptos/PT31_ProcessoKraftEucalipto.pdf). Acesso em 01/02/2020.

Lemaitre, Fernando Justiniano. **Estudo de um sistema RFID HF: aumento do alcance de leitura dos transponders**. 83f (Monografia, Engenharia Elétrica) – Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos, 2018.

**Relatório Anual 2019 – Iba**. Disponível em <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/iba-relatorioanual2019.pdf>. Acesso em 01/02/2020.

RFIDBr – **Portal Brasileiro sobre RFID** – Disponível em [http://www.rfidbr.com.br/index.php/definindo\\_rfid.html](http://www.rfidbr.com.br/index.php/definindo_rfid.html). Acesso em 01/02/2020.

**Types of pulping processes**. Disponível em <http://www.cepi.org/node/22334>. Acesso em 01/02/2020.