

Organizadores:

JULIANO PIZZANO AYOUB

MARCEL RICARDO NOGUEIRA DE OLIVEIRA

# ENGENHARIA *Multiscientia:*

Abordagens, conceitos  
e aprofundamentos da  
engenharia aplicada



2019

**JULIANO PIZZANO AYOUB  
MARCEL RICARDO NOGUEIRA DE OLIVEIRA  
(Organizadores)**

# **ENGENHARIA MULTISCIENTIA:**

**Abordagens, conceitos e aprofundamentos da engenharia aplicada**

**EDITORA PASCAL  
2019**

**2019 - Copyright© da Editora Pascal**

**Editor Chefe:** Prof. Dr. Patrício Moreira de Araújo Filho

**Edição e Diagramação:** Prof. M.Sc. Eduardo Mendonça Pinheiro

**Edição de Arte:** Marcos Clyver dos Santos Oliveira

**Revisão:** Os autores

**Conselho Editorial**

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Sinara de Fátima Freire dos Santos

Prof. Dr. Will Ribamar Mendes Almeida

Prof. Dr. Raimundo Luna Neres

Prof. Dr. Saulo José Figueredo Mendes

Prof. M.Sc. Glauber Túlio Fonseca Coelho

Prof. M.Sc. André Leonardo Demaison Medeiros Maia

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

**E57efe**

Coletânea Engenharia *Multiscentia*: abordagens, conceitos e aprofundamentos da engenharia aplicada / Julianno Pizzano Ayoub e Marcel Ricardo Nogueira de Oliveira (Organizadores). São Luís (MA): Editora Pascal, 2019.

129 p.; il. : 1 v.

Formato: PDF

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN: 978-65-80751-06-8

D.O.I.: 10.29327/54664

1. Engenharia Ambiental. 2. Engenharia da Qualidade. 3. Engenharia de Segurança. 4. Corrosão. 5. Pesquisa. I. Título.

CDD:620

398.356

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

**2019**

[www.editorapascal.com.br](http://www.editorapascal.com.br)

contato@editorapascal.com.br

# APRESENTAÇÃO

A ciência por trás das engenharias aplicadas é o cerne do conteúdo da coletânea Engenharia Multisientia. Os autores trabalham a pesquisa científica de maneira que suas conclusões sejam claras, objetivas e pautáveis em cenário aplicado. Cada capítulo desta obra apresenta pesquisas e estudos relevantes acerca da engenharia, envolvendo diversas áreas, como engenharia ambiental, tratamento por adsorção, capacidade de retenção de água do solo, engenharia de segurança do trabalho, associada a prevenção de incêndio, segurança em máquinas e equipamentos, e engenharia de qualidade com aplicação da produção enxuta e ainda estudos relacionados a corrosão de trilhos, e caracterização dimensional de cilindro de laminação. Que essa coletânea, fruto de trabalho árduo dos envolvidos acrescente ao conhecimento de vocês leitores!

Julianno Pizzano Ayoub

Marcel Ricardo Nogueira de Oliveira

Organizadores

# SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1.....</b>	<b>7</b>
<b>EFEITO DO pH, DA TEMPERATURA, E DO TEMPO DE CONTATO NO PROCESSO DE ADSORÇÃO DE SOLUÇÕES COM CORANTES TÊXTEIS AZUL Qr – 19 E LARANJA REATIVO 16 COM ZEÓLITA NH<sub>4</sub>USY</b>	
Maurício Bozza Bernaz, Marcel Ricardo Nogueira de Oliveira, Julianno Pizzano Ayoub, Neanderson Galvão, Fabricio Ventura Barsi	
<b>CAPÍTULO 2.....</b>	<b>32</b>
<b>METODOLOGIA LEAN APLICADA A UM ESCRITÓRIO DE ENGENHARIA</b>	
Julianno Pizzano Ayoub, Gideã Taques Tractz, Marcel Ricardo Nogueira de Oliveira, Tiago Francisco Ferreira, Willian Muzyka, Neanderson Galvão, Fabricio Hernandez de Freitas, Wallace Lima Paulo, Gabriel Menon de Lima, Taís Adeil Muller	
<b>CAPÍTULO 3.....</b>	<b>38</b>
<b>REFLEXÕES E CONSIDERAÇÕES SOBRE A IMPLEMENTAÇÃO E APLICABILIDADE DA NR 12</b>	
Willian Muzyka, Marcel Ricardo Nogueira de Oliveira, Julianno Pizzano Ayoub	
<b>CAPÍTULO 4.....</b>	<b>55</b>
<b>ALTERAÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO DE UM PROJETO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO DE UM EDIFÍCIO QUANTO À OCUPAÇÃO</b>	
Julianno Pizzano Ayoub, Marcel Miguel Ayoub, Marcel Ricardo Nogueira de Oliveira, Geovanni Marcel Miguel Ayoub, Tatiane Barbosa Bretas, Tiago Francisco Ferreira, Rafael Biglia Diniz, Fabricio Hernandez de Freitas, Wallace Lima Paulo, Gabriel Menon de Lima	
<b>CAPÍTULO 5.....</b>	<b>68</b>
<b>CARACTERIZAÇÃO METROLÓGICA DIMENSIONAL DE CILINDRO DE LAMINAÇÃO UTILIZANDO MÁQUINA DE MEDIÇÃO DE FORMA</b>	
Douglas Mamoru Yamanaka, Manuel António Pires Castanho	

**CAPÍTULO 6..... 82**

**MANEIRAS DE SE EVITAR O PROCESSO DE CORROSÃO NOS TRILHOS DA VALE S.A.**

Israel Conceição Rocha, Rafael Lemos Diniz, Lucas Santos de Oliveira, Alberth Rodolfo Ferreira Viana, Paulo Henrique Pereira Araújo, Marcos Antônio Pinheiro Ponçadilha

**CAPÍTULO 7..... 95**

**ANÁLISE COMPARATIVA DA CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA EM 3 TIPOS DE SOLO**

Julianno Pizzano Ayoub, Marcel Ricardo Nogueira de Oliveira, Rafael Biglia Diniz, Fabio Gomes Monteiro, Fabricio Hernandez de Freitas, Vinicius Mateus Silveira Martins, Gabriel Menon de Lima, Wallace Lima Paulo, Daniel Luiz Fernandes, Juliana Aparecida Corrêa da Silva Fernandes

**CAPÍTULO 8..... 105**

**DIAGNÓSTICO ESTRATÉGICO DE UMA EMPRESA FICTÍCIA DO RAMO ALIMENTÍCIO**

Derlicio Carlos Goes Sousa, Ingridiane de Campos Albuquerque, Leandro Lisboa Matos, Eduardo Mendonca Pinheiro

**AUTORES..... 121**

**ORGANIZADORES..... 128**

# CAPÍTULO 1

## **EFEITO DO pH, DA TEMPERATURA, E DO TEMPO DE CONTATO NO PROCESSO DE ADSORÇÃO DE SOLUÇÕES COM CORANTES TÊXTEIS AZUL Qr - 19 E LARANJA REATIVO 16 COM ZEÓLITA NH<sub>4</sub>USY**

EFFECT OF pH, TEMPERATURE, AND CONTACT TIME ON THE  
ADSORING PROCESS OF Qr - 19 BLUE TEXTILE DYE SOLUTIONS AND  
NH<sub>4</sub>USY ZEOLITE REACTIVE ORANGE 16

**Maurício Bozza Bernaz**

**Marcel Ricardo Nogueira de Oliveira**

**Julianno Pizzano Ayoub**

**Neanderson Galvão**

**Fabricio Ventura Barsi**

## Resumo

No decorrer do processo de beneficiamento das fibras utilizadas nas indústrias do setor têxtil, são utilizadas elevadas quantidades de água e corantes, os quais após exercerem suas funções, são descartados juntamente com o efluente industrial, ocasionando o comprometimento da qualidade da água e do solo. Assim, no âmbito do setor têxtil, a busca por novas tecnologias as quais elevem a eficiência na remoção dos corantes presente nos efluentes tornam-se um fator crucial para o setor. Diversas técnicas de tratamento vislumbram a remoção de corantes dos efluentes das indústrias do têxtil, porém, fatores como o alto custo e a baixa eficiência são fatores limitantes para o processo. O presente trabalho tem por objetivo, avaliar a influência da temperatura, pH e tempo de contato nos processos de adsorção dos corantes têxteis Azul – Qr 19 e Laranja Reativo – 16 na zeólita  $\text{NH}_4\text{USY}$  com concentrações de corantes que variam de 10mg/L à 250 mg/L simulando a realidade industrial. Todos os experimentos foram realizados em batelada, com agitação constante para ambas as amostras por um período de 1 hora, onde ocorre o equilíbrio do processo de adsorção. Assim, obteve-se a efetividade do processo de adsorção para os referentes corantes em baixas concentrações de 10 mg/L até a faixa de 100 mg/L, onde, necessitou elevar a temperatura para aumentar a eficiência da adsorção para concentrações superiores de até 250 mg/L. Todos os dados obtidos no experimento foram ajustados pelos modelos de adsorção de Langmuir e Freundlich, onde seus parâmetros de equilíbrio foram avaliados. Comprovando-se a adequação ao modelo de Langmuir, onde o mesmo possui uma alta eficiência para concentrações de até 50 mg/L em temperaturas superiores à 25°C, com a maior eficiência na quantidade de corante adsorvido no processo para o corante Azul Qr – 19 de 48,14 mg/g<sub>zeólita</sub> a 35°C e 56,36 mg/g<sub>zeólita</sub> a 45°C para o corante Laranja Reativo 16.

Palavras-chave: Adsorção, Isotermas, Tratamento, Engenharia ambiental





## Abstract

**D**uring the beneficiation process of the fibers used in the industries of the textile sector, they are used high amounts of water and dyes, which after exercising their functions, are discarded along with the industrial effluent, resulting in compromised quality of water and soil. Thus, in the textile sector, the search for new technologies that raise efficiency in the removal of dyes present in the effluents become a crucial factor for the sector. Several treatment techniques envisage the removal of dyes from effluents from the industries textile, however, factors such as high cost and low efficiency are limiting factors for the process. This study aims to evaluate the influence of temperature, pH and contact time in the textile dyes adsorption processes Blue - Qr 19 and Reactive Orange - 16 in zeolite  $\text{NH}_4\text{USY}$  with dye concentrations ranging from 10 mg/L to 250 mg/L simulating the industrial reality. All experiments were conducted in batch mode with constant stirring for both samples over a period of 1 hour, rushes where the balance of the adsorption process. Thus, the effectiveness of the adsorption process for the corresponding dyes was obtained at low concentrations from 10 mg/L up to 100 mg/L, where it was necessary to raise the temperature to increase the adsorption efficiency to higher concentrations up to 250 mg/L. mg / l. All data obtained in the experiment were adjusted by Langmuir and Freundlich adsorption models, where their equilibrium parameters were evaluated. The suitability of the Langmuir model has been verified, where it has a high efficiency for concentrations up to 50 mg/L at temperatures above 25°C, with the highest efficiency in the amount of dye adsorbed in the process for the Qr - 19 Blue Dye. 48.14 mg/gzeolite at 35°C and 56.36 mg/ gzeolite at 45°C for the Reactive Orange dye 16.

Keywords: Adsorption, Isotherms, Treatment, Environmental Engineering



## INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, com o demasiado crescimento populacional e das atividades industriais, os problemas ambientais relacionados diretamente com as atividades antrópicas, vem se tornando mais críticos e frequentes dia após dia, ocasionando a poluição e conseqüentemente a degradação da qualidade do ar, água e solo, onde, tais variações podem ser observadas por inúmeras alterações na qualidade do ecossistema, atingindo dimensões catastróficas, com proporções de ordem mundial (KUNZ et al., 2002).

Segundo Sperling (2005), apenas 0,8% da água disponível no planeta é adequada para a utilização humana, e dentro desse mínimo percentual, apenas uma pequena fração de 3% encontra-se como águas superficiais acessíveis à extração humana, o que demonstra a importância da preservação dos recursos hídricos disponíveis.

Na maioria das vezes a poluição gerada pelo setor industrial é superior ao gerado por qualquer outro setor da sociedade. Como exemplo, uma indústria de pequeno porte do setor têxtil, é capaz de gerar um efluente com carga poluidora equivalente a de um esgoto gerado por uma cidade de médio ou grande porte, demonstrando assim, o quão importante dá-se a efetividade do tratamento dos efluentes gerados pelo referente setor industrial (OGUNLAJA e AEMERE, 2009).

O setor têxtil demanda por elevados volumes de água para seus processos, necessitando em média de 80 a 150 litros de água para cada quilo de tecido beneficiado. Estudos indicam que 88% do volume gerado são descartados como efluente e apenas 12% consiste em perdas por evapotranspiração. Além da elevada demanda de água requerida, são utilizados em larga escala corantes surfactantes e aditivos, o que contribui significativamente para a complexidade do efluente gerado (MINAS AMBIENTE, 2002; LEÃO et al., 2002).

Para as indústrias do setor têxtil a água faz-se presente em praticamente todas as etapas da produção, de modo direto nos processos de tingimento e lavagem e de modo indireto na utilização para o aquecimento e resfriamento nos processos de beneficiamento (TWARDOCUS, 2004).

Segundo Zanoni e Carneiro (2001), durante o processo de fixação dos corantes às fibras têxteis, estima-se que pelo menos 20% dos corantes utilizados sejam descartados juntamente com o efluente da indústria, acarretando dificuldades quanto ao seu tratamento, pois devido aos corantes não pertencerem a uma mesma classe de compostos químicos, os mesmos englobam diversas substâncias com grupos funcionais diversificados, com variabilidade de suas características químicas.



micas, que requerem métodos específicos para sua identificação, quantificação e degradação, tornando o tratamento do efluente muitas vezes complexo.

Os corantes têxteis são compostos químicos, os quais possuem a finalidade de atribuir cor ao substrato a ser aplicado. O processo de fixação dos corantes às fibras têxteis ocorre em meio aquoso, o qual envolve uma gama diversificada de interações como: forças de Van der Waals, ligações iônicas, covalentes e de hidrogênio (KIMURA et al., 1999).

Os corantes reativos estão entre os mais utilizados pelo setor têxtil, por apresentarem uma satisfatória eficiência no processo de tingimento, solidez quanto a cor, estabilidade química e alta solubilidade em água, características as quais conferem uma maior estabilidade da cor no tecido (KUNZ et al., 2002).

Muitas vezes os corantes têxteis estão associados à poluição de corpos hídricos, por apresentarem uma estrutura molecular complexa e em sua maioria origem sintética, as quais os tornam altamente estáveis quimicamente, tendo como consequência uma difícil biodegradabilidade, provocando além da poluição visual, alterações nos ciclos biológicos dos organismos fotossintéticos, fomentando inúmeros prejuízos aos corpos receptores e aos seres que usufruem desses meios. Estudos demonstram que o coproduto de algumas classes de corantes podem apresentar propriedades carcinogênicas e/ou mutagênicas, demonstrando assim a necessidade da adoção de tecnologias eficazes quanto à sua degradação (FORGACS et al., 2004 e KUNZ et al., 2002).

Nas indústrias têxteis, os tratamentos mais utilizados para o efluente líquido gerado, visam a remoção da cor e da matéria orgânica. Os tratamentos mais comumente utilizados são os físico-químicos para a remoção da cor e o tratamento biológico para a remoção da matéria orgânica (MORAIS, 2015; MINAS AMBIENTE, 2002).

Dentre a variada gama de tratamentos disponíveis para efluentes têxteis, o que recebe maior destaque em termos de eficiência e baixo custo de investimento é o processo de adsorção (MAGDALENA, FUNGARO e CUNICO, 2011 e CHOY et al., 1999).

A adsorção possui alta eficiência na remoção da cor presente nos efluentes das indústrias têxteis, possuindo alguns fatores intervenientes, os quais tem influência direta na efetividade do processo de adsorção, dentre estes destacam-se: a estrutura molecular ou natureza do adsorvente, a solubilidade do soluto, o pH do meio, a temperatura do processo e o diâmetro molecular do adsorbato (FOUST et al., 1982).

O processo de adsorção é um fenômeno que ocorre quando há o contato estreito entre um meio sólido (adsorvente) e um fluido (adsorbato), onde ocorre a transferência de massa da fase líquida para a superfície do meio sólido, transcorrendo

no acúmulo de uma determinada substância sob a superfície da outra (FERNANDES, 2005, BLANCO, 2001).

Segundo Blanco (2001), o processo de adsorção pode ser dividido em duas fases: Adsorção física e química.

Adsorção física ou Fisissorção: deve-se as forças intermoleculares das moléculas da fase líquida e da superfície sólida serem superiores que as forças atrativas das moléculas do fluido, ocasionando uma atração superficial de Van der Waals ou o fenômeno de condensação. No processo de fisissorção não ocorre novas ligações e nenhuma ligação é quebrada, preservando assim, a natureza química do adsorbato.

Adsorção química ou Quimissorção: no processo de quimissorção, ocorrem ligações químicas entre as moléculas do adsorvente e do adsorbato, as quais envolvem o rearranjo do meio líquido, o qual interage com a superfície do sólido, ocasionando ligações químicas, que dependem diretamente da natureza de cada espécie de adsorvente.

Segundo Gianetto (1990), existem inúmeras substâncias as quais possuem a capacidade de serem utilizados como material adsorvente, dentre estas, podem ser citados os materiais zeolíticos (zeólitas), materiais inorgânicos, carvão ativado, aluminas ativadas e sílica. Os materiais adsorventes possuem uma dependência de fatores como a temperatura, pressão e área superficial do adsorvente que determinará seu grau de adsorção.

Para uma melhor compreensão dos diferentes modelos de isotermas de adsorção para a ampla gama de interações que ocorrem nos processos sólido-líquido, faz-se necessário adequar o modelo de interesse a um correto modelo teórico adsorptivo. Os estudos cinéticos de adsorção contribuem decisivamente para um perfeito planejamento do emprego correto do material adsorvente, otimizando o tempo necessário para que o processo ocorra, aumentando a eficiência e reduzindo custos. Os principais modelos para as isotermas de adsorção são as de Langmuir e Freundlich (CHAVES, 2009).

Segundo Dotoo et al. (2011), a teoria de Langmuir supõe que a adsorção ocorre em sítios homogêneos e específicos na superfície do adsorvente requerido, e cada sítio faz-se responsável pela adsorção de uma única molécula de corante, onde não ocorre nenhuma adsorção adicional. Sua isoterma pode ser descrita pela equação (1):

$$Q_e = \frac{kQ_o C_e}{1 + kC_e} \quad \text{Equação (1)}$$

Onde,  $Q_e$  é a quantidade adsorvida no equilíbrio,  $Q_o$  é a máxima capacidade de adsorção na monocamada e  $k$  é a constante de adsorção,  $C_e$  a concentração em



solução equilíbrio. Sendo sua equação linear descrita pela equação (2):

$$\frac{C_e}{Q_e} = \frac{1}{Q_0 k} + \frac{C_e}{Q_0} \quad \text{Equação (2)}$$

Onde,  $Q_0$  a capacidade máxima de adsorbato que o material pode reter na monocamada.

Uma característica da isoterma de Langmuir é expressa pelo fator de separação ( $r$ ) descrita na equação (3):

$$r = \frac{1}{1 + kC_0} \quad \text{Equação (3)}$$

Onde,  $C_0$  corresponde ao maior valor para a concentração de sorbato inicial. Valores de  $r > 1$  indicam que o processo é desfavorável,  $r = 1$  indica uma isoterma linear,  $0 < r < 1$  indica que o processo é favorável e  $r = 0$  indica que o processo é irreversível.

A isoterma de Freundlich é utilizada para sistemas que apresentam superfície heterogênea, onde sucede-se a adsorção em multicamadas com interação entre as moléculas do adsorbato, a qual é descrita na equação (4):

$$Q_e = KC_e^{\frac{1}{n}} \quad \text{Equação (4)}$$

Onde,  $K$  e  $n$  representam a constante de Freundlich, indicando o grau de adsorção e o grau de não-linearidade entre a concentração da solução e da adsorção. Sua forma linearizada é apresentada à seguir:

$$\log Q_e = \log K + \frac{1}{n} \cdot \log C_e \quad \text{Equação (5)}$$

Como alternativa para a remoção de corantes não biodegradáveis nos efluentes de indústrias têxteis, as zeólitas comprovam-se efetivas na redução da cor nos efluentes têxteis, por apresentarem uma estrutura porosa, com elevada área de superfície, também por possuírem características como seletividade e propriedades de troca iônica, sendo um importante adsorvente microporoso, podendo ser de origem natural ou sintética (ADEBAJO et al., 2003).

Segundo Jordão (2001), Gianetto (1990) e Monteiro (1995) as zeólitas possuem inúmeras vantagens em comparação a outros adsorventes por suas propriedades como: uma estrutura microporosa, a qual a confere uma alta área superficial;

uniformidade em sua estrutura de canal e cavidades, a qual confere seletividade ao adsorbato e suas características; a propriedade de troca iônica e desidratação pela existência de cátions de compensação e moléculas de água; e grande estabilidade térmica.

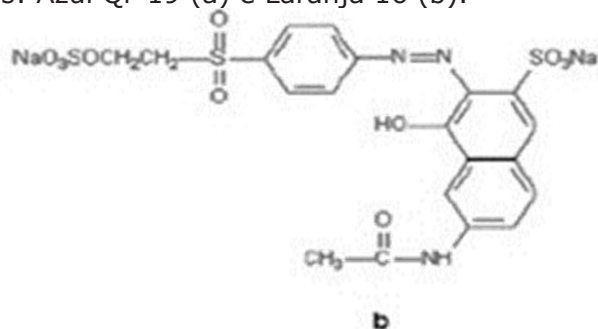
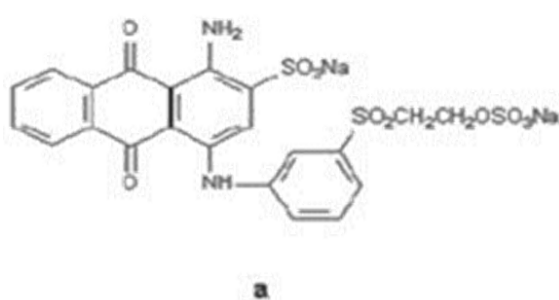
As zeólitas podem ser definidas como aluminossilicatos cristalinos, constituindo-se pela combinação tridimensional de tetraedros  $AlO_4$  e  $SiO_4$  ligados entre si pelos átomos de oxigênio, onde o centro do tetraedro é ocupado por átomos de alumínio e silício e em seus vértices são ocupados pelos átomos de oxigênio. A combinação característica desses tetraedros formam canais e cavidades nas zeólitas, nas quais ocorrem a adsorção do adsorbato (BRECK, 1974).

Diante do exposto anteriormente o objetivo foi o de estudar a influência da temperatura, pH e tempo de contato nos processos de adsorção de corantes em zeólita  $NH_4USY$  e determinar qual o modelo de adsorção (Langmuir ou Freundlich) que se ajusta melhor aos resultados obtidos, com a finalidade de identificar e caracterizar a máxima capacidade de adsorção dos corantes na zeólita  $NH_4USY$ .

## MATERIAIS E MÉTODOS CORANTES

Os corantes utilizados para o estudo foram o: (a) Azul – Qr 19 color index (C.I. 61200) com  $\lambda = 592$  nm e (b) Laranja Reativo 16 (C.I. 17757) com  $\lambda = 494$  nm.

**Figura 1.** Estrutura química dos corantes reativos: Azul Qr-19 (a) e Laranja 16 (b).



## Material zeolítico

A zeólita Y empregada no processo foi a USY (ultra estável), na sua forma amoniaca ( $NH_4USY$ ), adquirida por meio da indústria Zeolyst International, com as seguintes características:

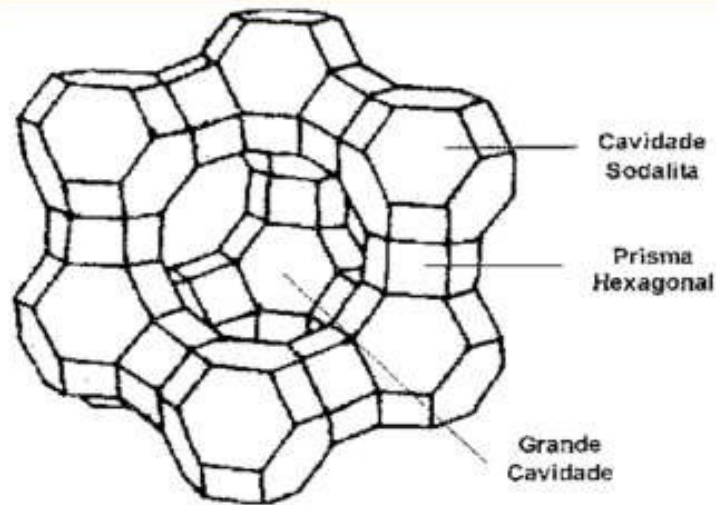
- Razão Molar  $SiO_2/Al_2O_3$ : 12
- Área superficial: 730  $m^2/g$



- Na<sub>2</sub>O: 0,05%

A representação da estrutura cristalina das zeólitas faujasitas pode ser observada na Figura 2.

**Figura 2.** Estrutura cristalina da zeólita Y (SOBRINHO, 1993).



## Preparo das soluções

Inicialmente foram preparadas soluções de corantes puros para serem utilizados como soluções sintéticas modelos, simulando o utilizado nas indústrias têxteis, para isso preparou-se soluções dos corantes Azul – Qr 19 e Laranja Reativo 16 em diferentes concentrações que variam de 10 mg/L à 250 mg/L. Para a determinação das concentrações dos corantes adsorvidos, utilizou-se o método espectrofotométrico em medidas de absorvância na região do visível em comprimentos de onda de 592 nm para o Azul Qr – 19 e 494 nm para o Laranja Reativo 16. Todas as amostras antes da determinação da concentração com o método espectrofotométrico foram centrifugadas para a separação do material zeolítico do sobrenadante.

## Cinética de Adsorção

O ensaio para determinar a cinética de adsorção para cada corante, foi realizado em um processo em batelada com agitação constante e em temperatura ambiente.

Para isso foi adicionado 1 g de zeólita em 400 mL da solução modelo de efluente na concentração de 50 mg/L sob agitação, retirando-se alíquotas de 30 mL em tempos de: 0,5, 1, 2, 4, 6 e 24 horas.

## Influência do pH

Os ensaios para a influência do pH no processo de adsorção dos corantes Azul Qr- 19 e Laranja Reativo 16, foram realizados em batelada com agitação constante, com concentrações de efluente modelo de 50 mg/L e 1g de zeólita, por um período de 1 hora a uma temperatura constante de 25°C, variando-se o pH em: 5, 6, 7, 8 e 9.

## Isoterma de Adsorção

Utilizou-se 1 g de zeólita em 500 mL da solução modelo em processo batelada com agitação constante, por 1 hora e em temperatura controlada de 25°C, variando-se a concentração do efluente modelo em: 10, 35, 50, 100, 150, 200 e 250 mg/L. O pH foi mantido em 7 durante os ensaios, já que, pela legislação vigente, resolução CONAMA Nº 430/2011 a qual dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes, o valor do pH final do efluente deve ficar em torno da neutralidade.

Os parâmetros das isotermas de Langmuir e Freundlich foram obtidos por meio da plotagem dos gráficos dos modelos linearizados e calculados no programa Origin 6.1.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A quantidade de corante adsorvido ( $Q_e$ ) foi calculada através do decréscimo da concentração de corante presente no meio, considerando o volume de adsorção e a quantidade de zeólita empregada:

$$Q_e = \frac{(C_0 - C_e) \cdot V}{N} \quad \text{Equação (6)}$$

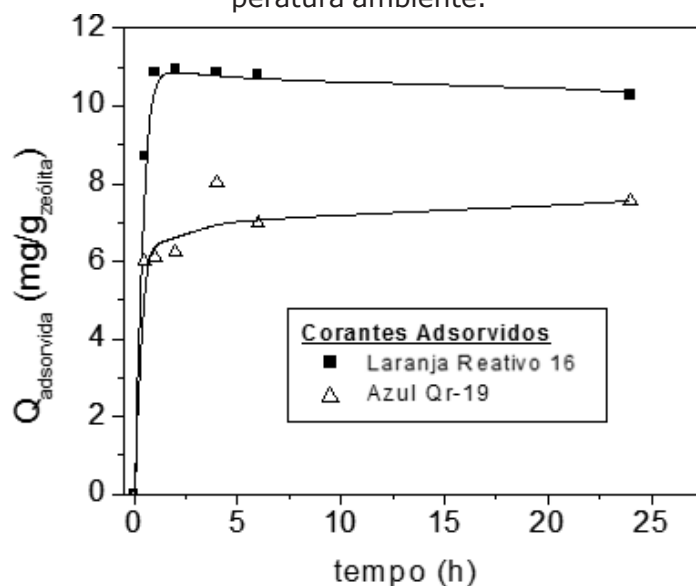
Onde  $C_0$  e  $C_e$  são respectivamente as concentrações da fase aquosa antes e depois do período de tratamento com a zeólita (mg/L);  $V$  é o volume da fase aquosa (L) e  $m$  é a quantidade de zeólita empregada em (g) (PERGHER et al., 2005).

O resultado obtido por Teixeira e Barsi (2014) do estudo cinético da adsorção dos corantes Azul Qr-19 e Laranja Reativo 16 sobre a zeólita  $NH_4USY$  (Figura 3), revelou que o tempo mínimo necessário para obtenção do equilíbrio de adsorção foi de 1 hora para os dois corantes. Desta forma, o tempo de 1 hora foi utilizado em todos os ensaios de equilíbrio.



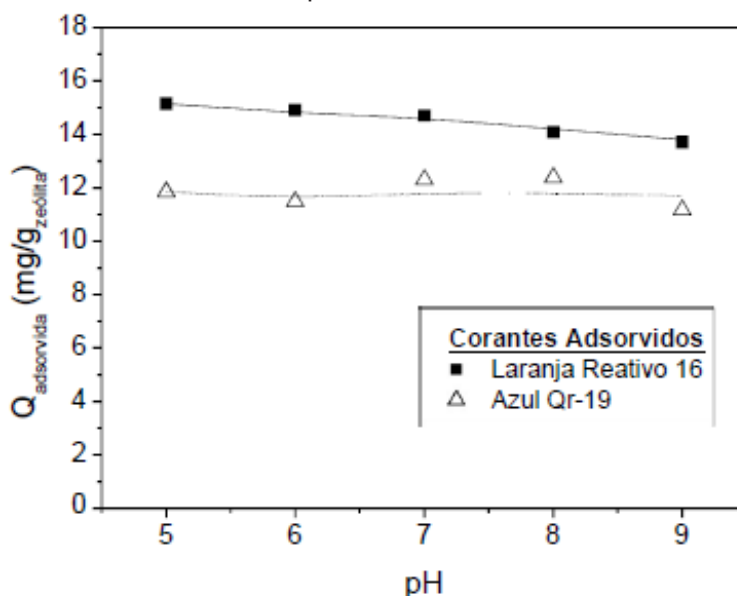


**Figura 3.** Cinética de adsorção dos corantes Azul Qr-19 e Laranja Reativo 16 sobre zeólita  $\text{NH}_4\text{USY}$  em temperatura ambiente.



O resultado dos ensaios da influência do pH, Figura 4, revelou que para o corante Laranja Reativo 16 o aumento do pH para soluções mais alcalinas acarreta uma pequena mas constante e perceptível queda na quantidade adsorvida de corante pela zeólita, já para o corante Azul Qr-19 o pH não exerce influência no processo de adsorção. Assim, para a obtenção das isoterms de adsorção de ambos os corantes na zeólita foi utilizado o pH 7, já que, pela legislação vigente, resolução CONAMA Nº 430/2011 (BRASIL, 2011), o valor do pH final do efluente deve ficar em torno desse valor, e o pH não possui influência direta na eficiência do processo de adsorção.

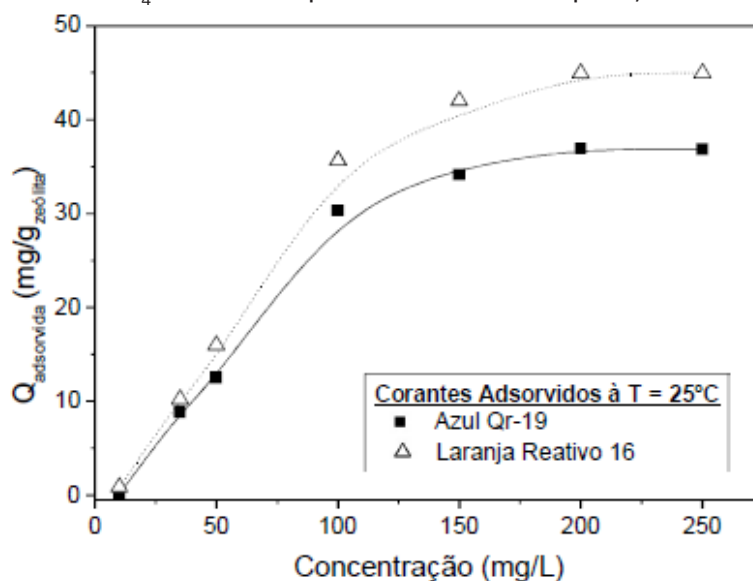
**Figura 4.** Influência do pH na adsorção dos corantes Azul Qr-19 e Laranja Reativo 16 sobre zeólita  $\text{NH}_4\text{USY}$  na temperatura de  $25^\circ\text{C}$ .



As isoterms de adsorção dos corantes Laranja Reativo 16 e Azul Qr-19 sobre a zeólita  $\text{NH}_4\text{USY}$  foram determinadas por meio das quantidades adsorvidas em função da concentração de equilíbrio das espécies em solução.

Na Figura 5 estão representadas as isotermas de adsorção para ambos os corantes à 25°C em pH 7,0.

**Figura 5.** Isoterma de adsorção dos corantes Azul Qr – 19 e Laranja Reativo 16 sob efeito da zeólita NH<sub>4</sub>USY na temperatura de 25°C e pH 7,0.

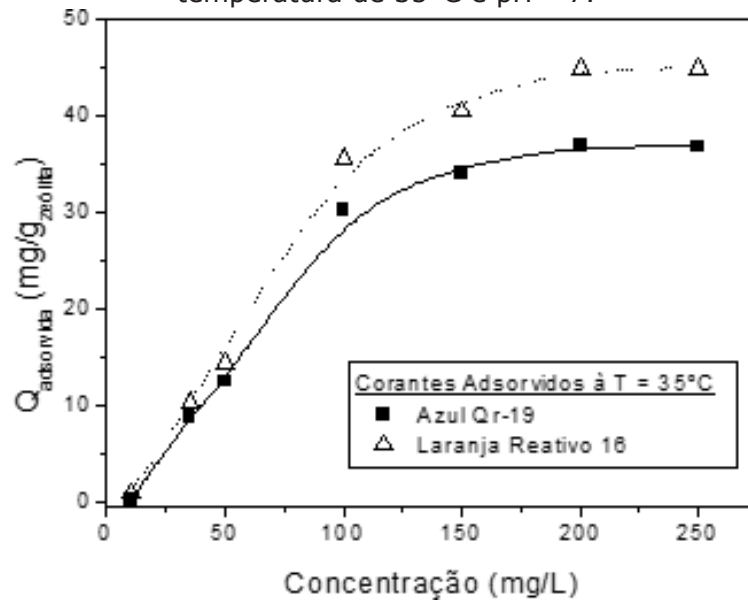


O gráfico da Figura 5 comprova que a 25°C o corante Laranja Reativo 16 obteve uma adsorção superior se comparado com o corante Azul Qr – 19, cerca de 35% para soluções mais concentradas, utilizando as mesmas condições quanto ao material adsorvente.

Para soluções menos concentradas, pode-se observar que os valores de  $Q_{\text{adsorvido}}$  sofre um aumento significativo, comprovando que a quantidade de adsorbato não é suficiente para saturar a superfície do material adsorvente, porém em soluções com elevadas concentrações os valores tendem a permanecer constantes, acarretando na redução da adsorção, limitando assim, a eficiência no processo.

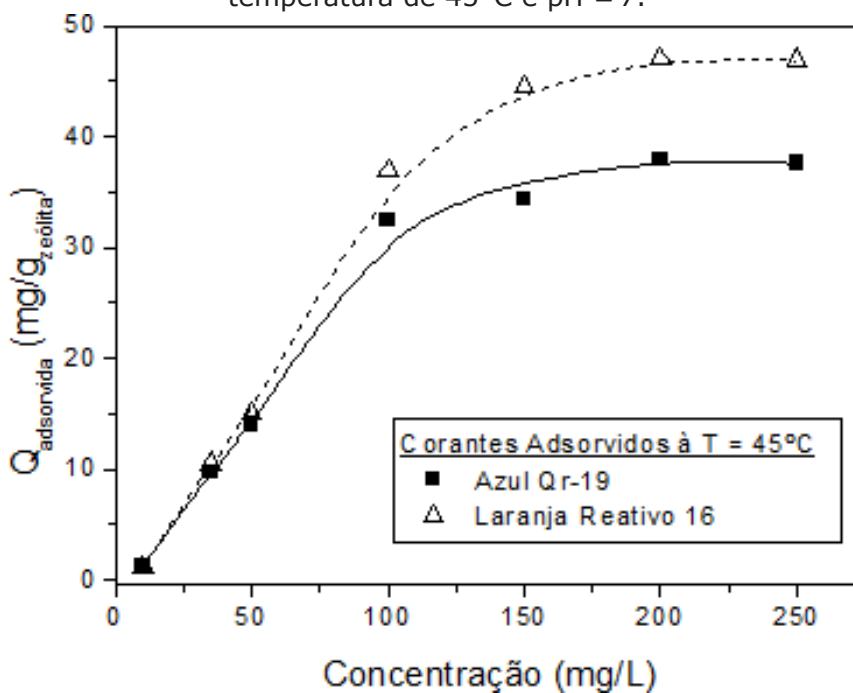
Porém pode-se observar na Figura 6, que elevando-se a temperatura de 25°C para 35°C, o corante Laranja Reativo 16 adsorveu cerca de 20% a mais do que o corante Azul Qr-19 utilizando as mesmas condições de adsorção na zeólita NH<sub>4</sub>USY.

**Figura 6.** Isotermas de adsorção dos corantes Azul Qr-19 e Laranja Reativo 16 sobre zeólita  $\text{NH}_4\text{USY}$  na temperatura de  $35^\circ\text{C}$  e  $\text{pH} = 7$ .



Na Figura 7 é apresentada a comparação entre as isotermas de adsorção para os dois corantes estudados à  $45^\circ\text{C}$ , a partir do gráfico percebe-se que o corante Laranja Reativo 16 adsorveu cerca de 20% a mais que o corante Azul Qr-19 patamar alcançado para concentrações acima de  $100 \text{ mg/L}$  até a concentração máxima de  $250 \text{ mg/L}$ .

**Figura 7.** Isotermas de adsorção dos corantes Azul Qr-19 e Laranja Reativo 16 sobre zeólita  $\text{NH}_4\text{USY}$  na temperatura de  $45^\circ\text{C}$  e  $\text{pH} = 7$ .

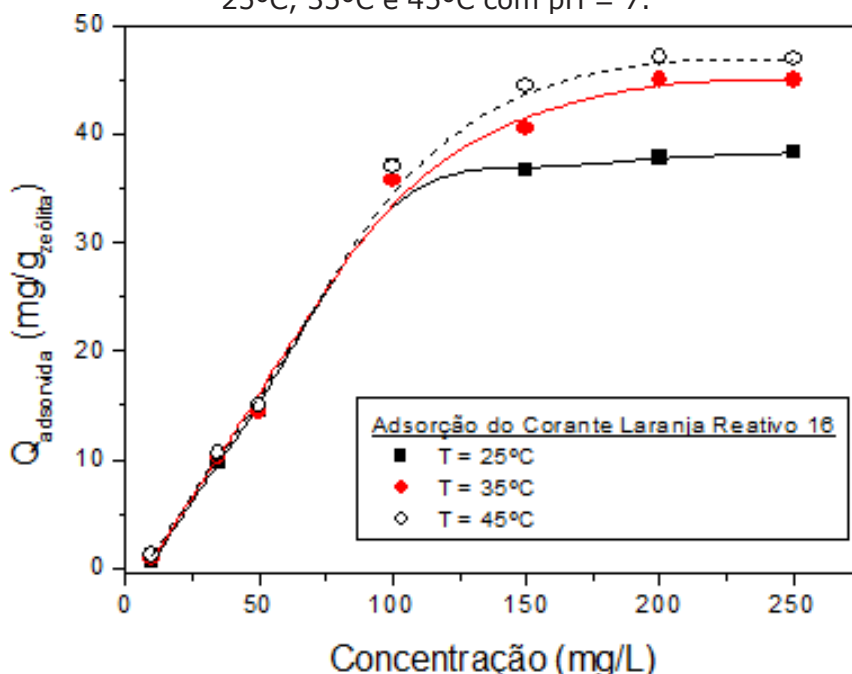


Pode-se observar que nas temperaturas de  $35^\circ\text{C}$  e  $45^\circ\text{C}$ , o corante Laranja Reativo 16 adsorveu em maior quantidade (cerca de 20% a partir da concentração de  $150 \text{ mg/L}$  de corantes) quando comparado com o corante Azul Qr-19 utilizando as mesmas condições de adsorção na zeólita  $\text{NH}_4\text{USY}$ . O que indica que pode haver

alguma diferença no mecanismo de adsorção dos dois corantes em relação à zeólita utilizada.

Na Figura 8 são apresentadas as isotermas de adsorção do corante Laranja Reativo 16, realizadas nas temperaturas de 25°C, 35°C e 45°C e pH igual a 7,0.

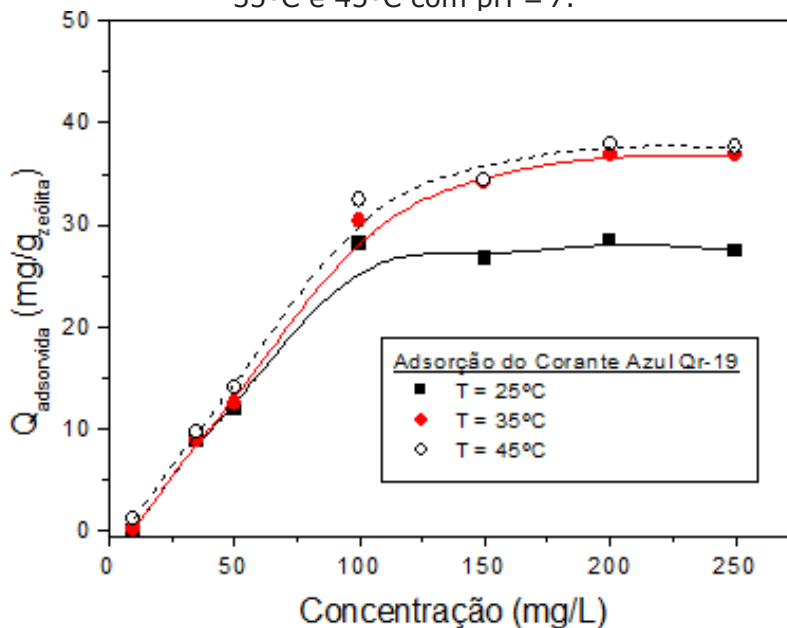
**Figura 8.** Isotermas de adsorção do corante Laranja Reativo 16 sobre zeólita NH<sub>4</sub>USY nas temperaturas de 25°C, 35°C e 45°C com pH = 7.



Pode-se observar que o aumento da temperatura de 25°C para 45°C, aumentou a capacidade de adsorção do corante Laranja Reativo 16 na zeólita NH<sub>4</sub>USY. O gráfico também indica que nessas três temperaturas a quantidade adsorvida sobre a zeólita possivelmente atingem um patamar máximo da capacidade de adsorção diminuindo a porcentagem de adsorção na zeólita mesmo aumentando a concentração do efluente, ou seja, a zeólita não consegue mais adsorver o corante Laranja Reativo 16 indicando uma possível saturação da superfície e dos microporos da zeólita.

Os resultados para adsorção do corante Azul Qr-19 sobre a zeólita NH<sub>4</sub>USY apresentaram comportamentos similares e são apresentados na Figura 9.

**Figura 9.** Isotermas de adsorção do corante Azul Qr-19 sobre zeólita NH<sub>4</sub>USY nas temperaturas de 25°C, 35°C e 45°C com pH = 7.



Pode-se observar que o aumento da temperatura até 45°C aumentou a capacidade de adsorção do corante Azul Qr - 19 na zeólita NH<sub>4</sub>USY. O aumento da temperatura de 25°C para 45°C acarreta um significativo aumento na quantidade de corante adsorvido pela zeólita, já o aumento da temperatura de 35°C para 45°C não acarreta significativo aumento na quantidade de corante adsorvido na zeólita. Indicando também que para ambas as temperaturas que a quantidade máxima de corante adsorvido alcançará um patamar máximo, indicando assim, uma possível saturação da superfície e dos microporos da zeólita, inibindo a adsorção.

Para a melhor representatividade dos dados experimentais obtidos, utilizaram-se dois modelos de adsorção, modelo de Langmuir e Freundlich, os mesmos foram utilizados devido à facilidade de linearização das equações e obtenção de seus parâmetros graficamente, assim, agregando confiabilidade aos dados.

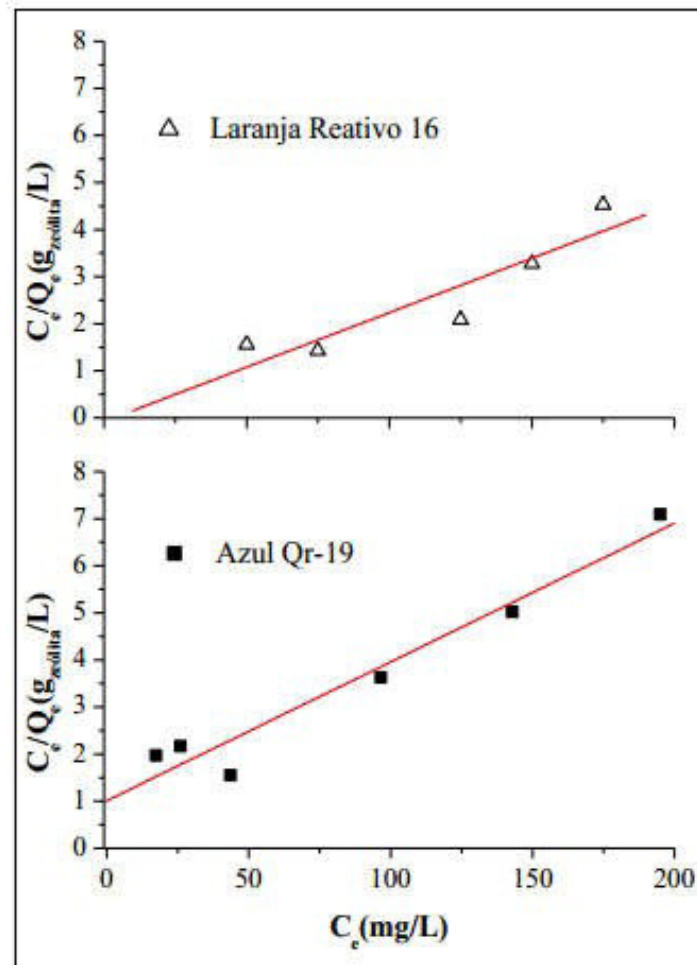
Para a equação de Langmuir, os valores dos parâmetros obtidos com seus respectivos valores de R<sup>2</sup> para cada isoterma estão representados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Parâmetros obtidos para as isotermas de Langmuir, pertinente à adsorção dos corantes Azul Qr-19 e Laranja Reativo 16 na zeólita NH<sub>4</sub>USY a temperatura de 25°C.

Corante	K (L/mg)	Q <sub>0</sub> (mg/g <sub>zeólita</sub> )	R <sup>2</sup>	r
Azul Qr - 19	0,029	33,944	0,9513	0,1212
Laranja Reativo 16	1,728	21,670	0,8354	0,0023

A Figura 10 representa as isotermas de adsorção de Langmuir para os respectivos corantes, as quais foram obtidas com o auxílio da Equação 2, a partir dos dados extraídos da Figura 5.

**Figura 10.** Isoterma de adsorção para o modelo de Langmuir dos corantes Azul Qr – 19 e Laranja Reativo 16 na temperatura de 25°C.



O fator de correlação  $R^2$  representa a melhor aderência dos dados ao modelo proposto, assim, quanto mais próximo de 1 o valor, menor o erro, indicando o melhor ajuste ao modelo proposto. Os dados obtidos para o adsorbato Azul Qr – 19 com um valor de 0,9513 apresentam um bom ajuste ao modelo de Langmuir se comparado com o Laranja Reativo 16 que apresentou valor inferior de 0,8354.

O fator de separação  $r$  de Langmuir apresentou valores inferiores a 1 e superior a 0, indicando assim, que ambas as isotermas foram favoráveis ao processo de adsorção, para o Laranja Reativo 16 a temperatura de 25°C, o valor de  $r$  dá-se próximo a 0, indicando tendência do processo à irreversibilidade.

A quantidade máxima adsorvida para o corante Azul Qr-19 foi de aproximadamente 34 mg/g<sub>zeólita</sub>, sendo mais elevado quando comparado com o corante Laranja Reativo 16 que foi de 21,67 mg/g<sub>zeólita</sub>. Essa diferença possivelmente dá-se a estrutura química e grupos funcionais presentes nos adsorbatos envolvidos no processo.

A capacidade máxima de adsorção encontrada para o corante Azul Qr – 19 e para o Laranja Reativo 16, são valores elevados quando comparados com o valor

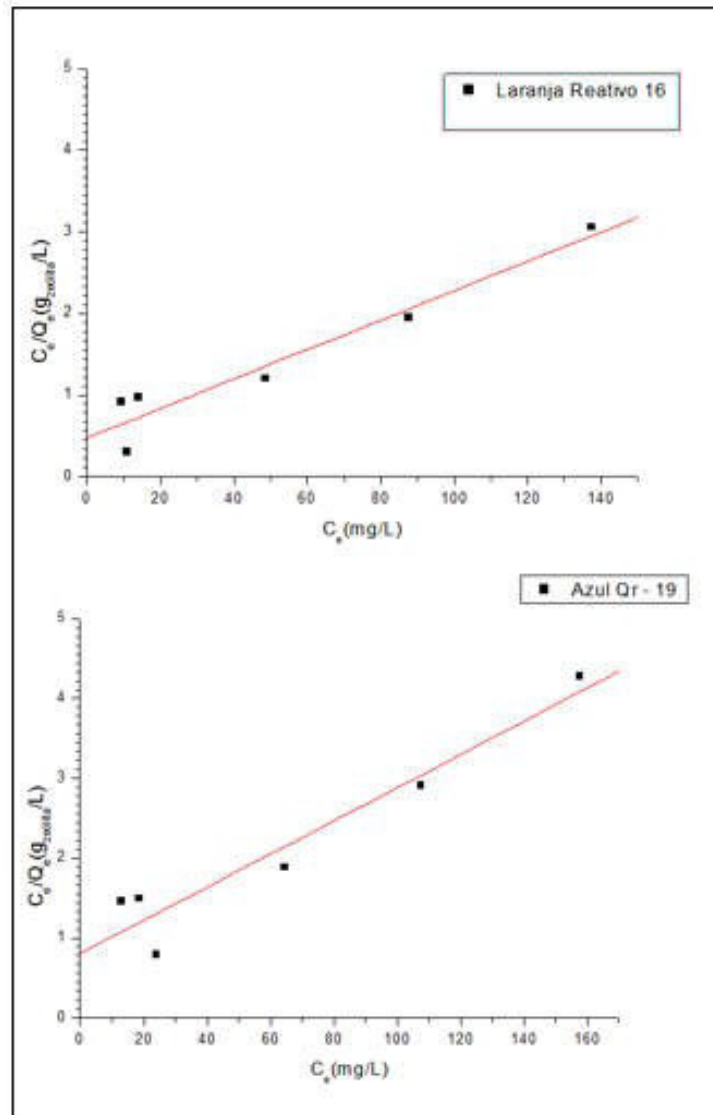
encontrado por Magdalena et al. (2011), onde, na adsorção de corantes reativos utilizando zeólita sintetizadas com cinzas de carvão, que foi de  $1,20 \text{ mg/g}_{\text{zeólita}}$ , evidenciando assim, a maior capacidade de adsorção de zeólitas comerciais, as quais podem ser recomendadas quando há maiores exigências quanto ao processo de remoção, assim, os altos custos referentes a aquisição do material zeolítico são compensados pela menor demanda de adsorvente no processo.

**Tabela 2.** Parâmetros obtidos para as isotermas de Langmuir, pertinente à adsorção dos corantes Azul Qr-19 e Laranja Reativo 16 na zeólita  $\text{NH}_4\text{USY}$  a temperatura de  $35^\circ\text{C}$ .

Corante	K (L/mg)	$Q_0(\text{mg/g}_{\text{zeólita}})$	$R^2$	r
Azul Qr - 19	0,025	48,14	0,9216	0,1379
Laranja Reativo 16	0,037	55,52	0,9334	0,0975

A Figura 11 representa as isotermas de adsorção de Langmuir para os respectivos corantes, as quais foram obtidas com o auxílio da Equação 2, a partir dos dados extraídos da Figura 6.

**Figura 11.** Isoterma de adsorção para o modelo de Langmuir dos corantes Azul Qr – 19 e Laranja Reativo 16 na temperatura de 35°C.



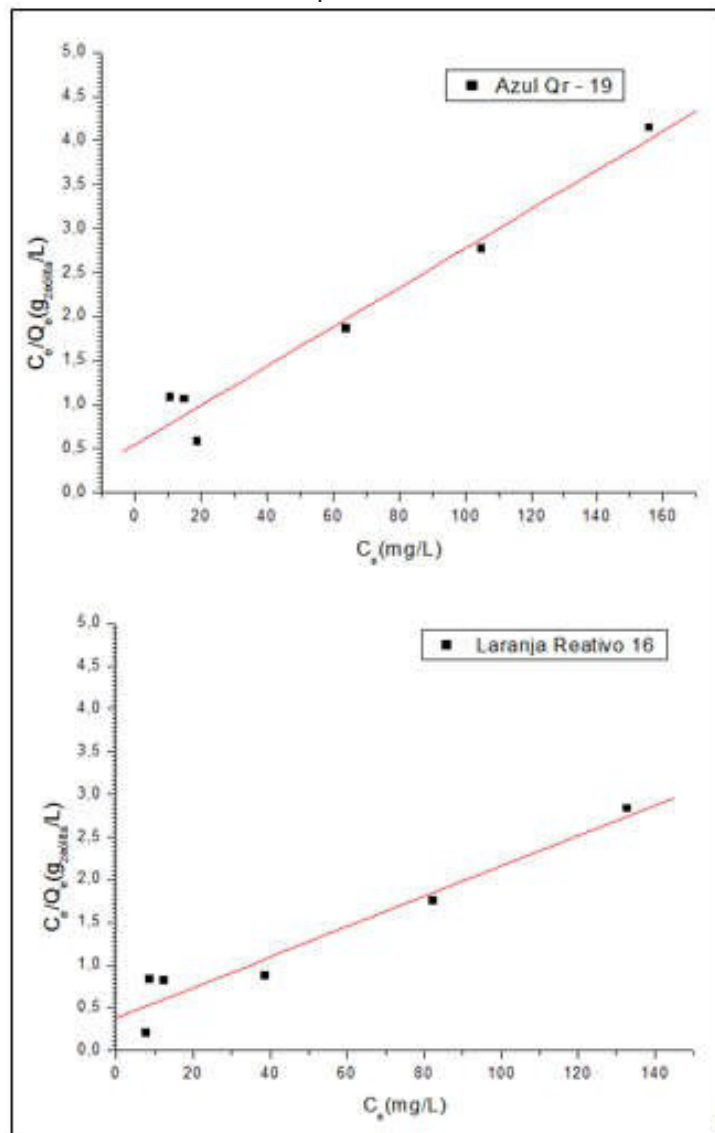
Para as isotermas de adsorção de ambos os corantes para a temperatura de 35°C, a quantidade máxima adsorvida mostra-se superior se comparada com os valores obtidos para a temperatura de 25°C, obtendo-se 48,14 mg/g<sub>zeólita</sub> para o corante Azul Qr – 19 e 55,52 mg/g<sub>zeólita</sub> para o Laranja Reativo 16, fato que comprova a eficiência da variação da temperatura no processo de adsorção.

O fator de correlação  $R^2$  apresentou para o corante Azul Qr – 19 um valor de 0,9216 e para o corante Laranja Reativo 16 o valor encontrado foi de 0,9334, indicando um bom ajuste ao modelo de Langmuir para ambos os corantes.

O fator de separação  $r$  de Langmuir apresentou valores inferiores a 1 e superior a 0 para ambos os corantes, indicando assim, que ambas as isotermas foram favoráveis ao processo de adsorção.



**Figura 12.** Isoterma de adsorção para o modelo de Langmuir dos corantes Azul Qr - 19 e Laranja Reativo 16 na temperatura de 45°C.



**Tabela 3.** Parâmetros obtidos para as isotermas de Langmuir, pertinente à adsorção dos corantes Azul Qr-19 e Laranja Reativo 16 na zeólita NH<sub>4</sub>USY a temperatura de 45°C.

Corante	K (L/mg)	Q <sub>0</sub> (mg/g <sub>zeólita</sub> )	R <sup>2</sup>	r
Azul Qr - 19	0,040	44,98	0,9647	0,090
Laranja Reativo 16	0,046	56,36	0,9333	0,08

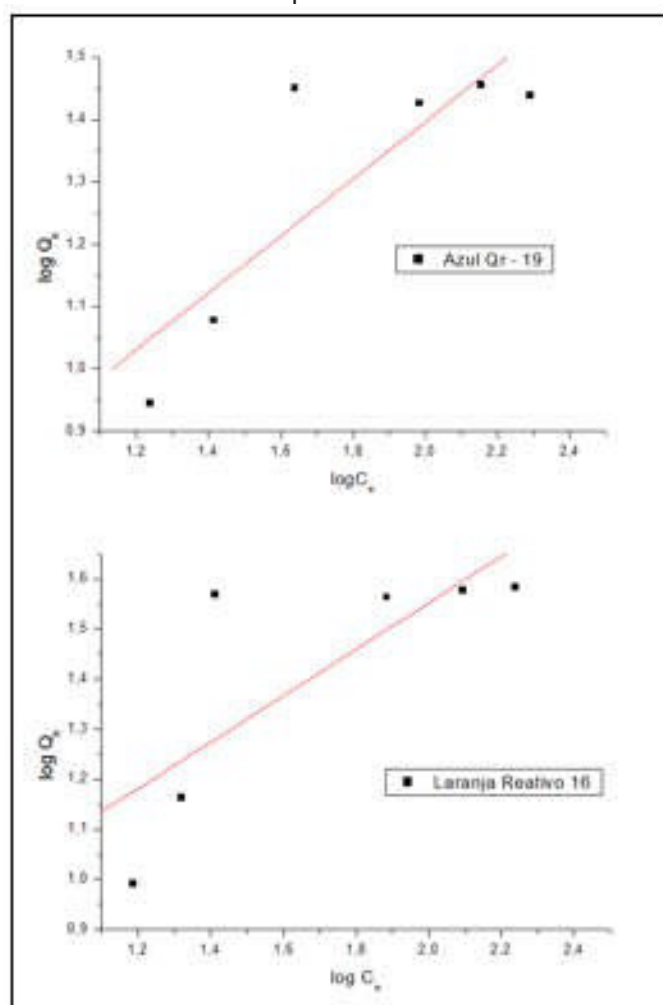
Para as isotermas de adsorção ajustadas para o modelo de Langmuir a 45°C os valores da quantidade máxima adsorvida para ambos os corantes não possuem significância quando comparados com os valores obtidos a temperatura de 35°C, indicando assim, que a elevação da temperatura para valores superiores a 35°C implicaram em gastos de energia para o processo não elevando sua eficiência.

O fator de correlação  $R^2$  apresentou para o corante Azul Qr – 19 um valor de 0,9647 e para o corante Laranja Reativo 16 o valor encontrado foi de 0,9333, indicando que a melhor adequação ao modelo de Langmuir deu-se à temperatura de 45°C.

O fator de separação  $r$  de Langmuir para 45°C apresentou valores inferiores a que tendem a 0, indicando assim, que para a temperatura de 45°C o processo de adsorção para ambos os corantes tende à irreversibilidade.

A Figura 13 representa as isotermas de adsorção de Freundlich para os respectivos corantes, as quais foram obtidas com o auxílio da Equação 5, a partir dos dados extraídos da Figura 5.

**Figura 13.** Isoterma de adsorção para o modelo de Freundlich dos corantes Azul Qr – 19 e Laranja Reativo 16 na temperatura de 25°C.



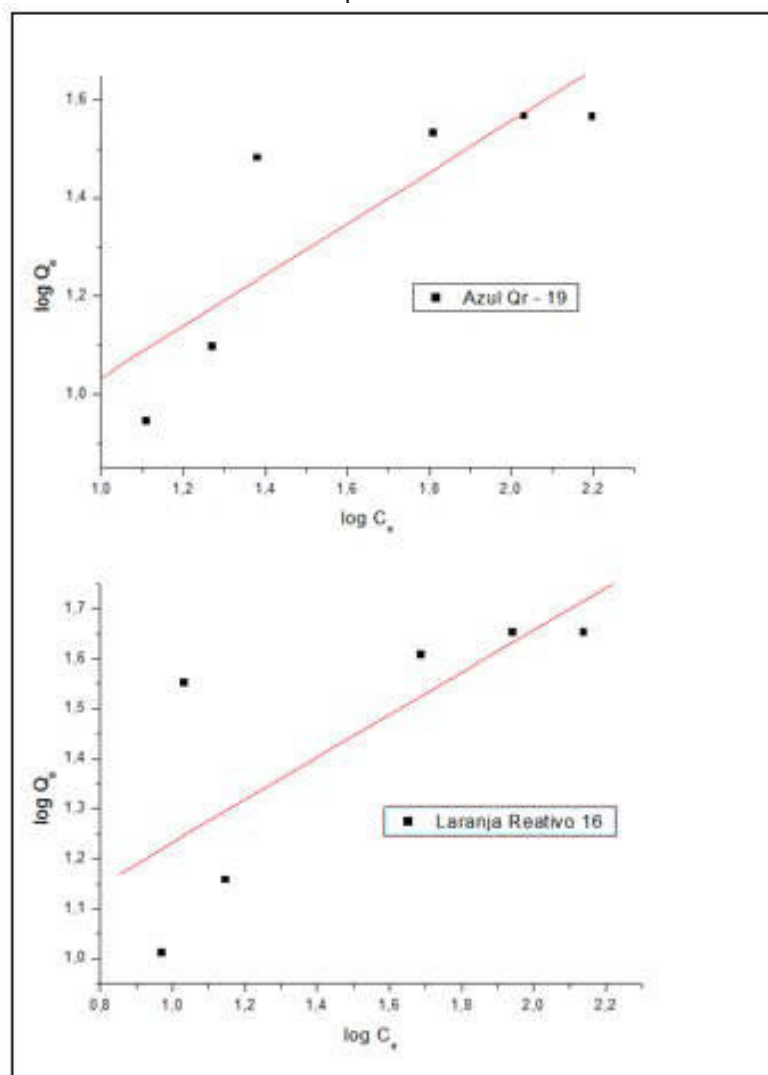
**Tabela 4.** Parâmetros obtidos para as isotermas de Freundlich, pertinente à adsorção dos corantes Azul Qr-19 e Laranja Reativo 16 na zeólita NH<sub>4</sub>USY a temperatura de 25°C.

Corante	K (L/mg)	n	R <sup>2</sup>
Azul Qr - 19	3,019	2,1825	0,7250
Laranja Reativo 16	4,2146	2,156	0,6096

Segundo Lázaro et al. (2008) o coeficiente n demonstra a intensidade de adsorção, valores de  $n > 1$  indicam uma adsorção favorável, o parâmetro de Freundlich obteve valores de n para os corantes Laranja Reativo 16 e Azul Qr-19 iguais a 2,156 e 2,1825, respectivamente. Desta forma, pode-se considerar que a adsorção dos corantes na zeólita foi favorável.

A partir dos valores de correlação R<sup>2</sup> ambos os corantes não apresentaram boa correlação com os dados tendo o valor de 0,7250 para o corante Azul Qr – 19 e 0,6096 para o Laranja Reativo 16.

**Figura 14.** Isoterma de adsorção para o modelo de Freundlich dos corantes Azul Qr – 19 e Laranja Reativo 16 na temperatura de 35°C.

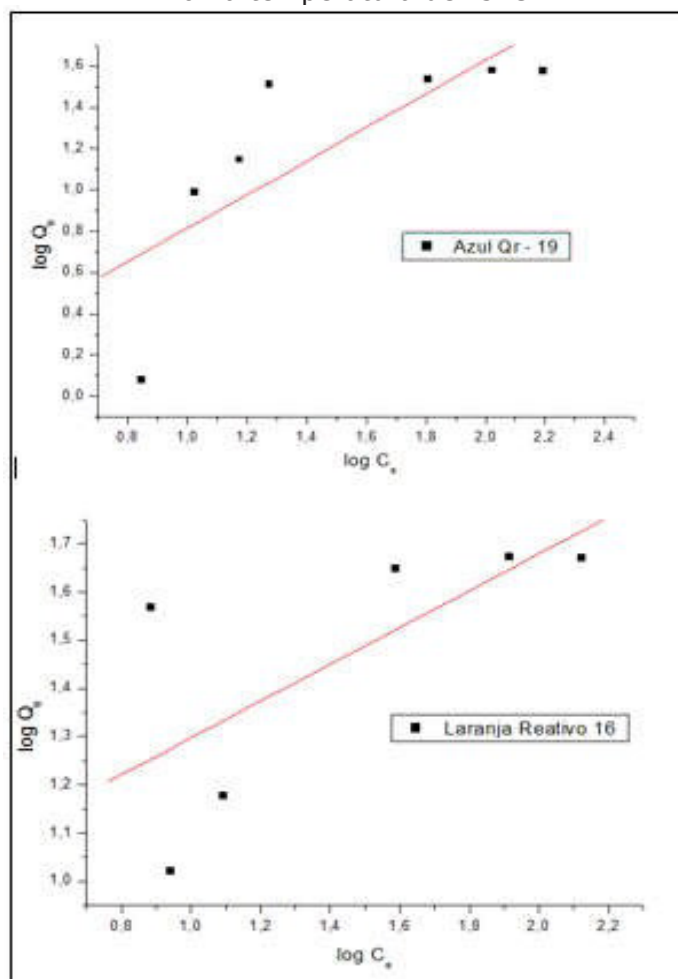


**Tabela 5.** Parâmetros obtidos para as isotermas de Freundlich, pertinente à adsorção dos corantes Azul Qr-19 e Laranja Reativo 16 na zeólita NH<sub>4</sub>USY a temperatura de 35°C.

Corante	K (L/mg)	n	R <sup>2</sup>
Azul Qr - 19	3,2487	1,9139	0,7196
Laranja Reativo 16	6,4188	2,3534	0,5764

Para as isotermas de adsorção para o modelo de Freundlich a 35°C, o coeficiente n demonstrou que o processo de adsorção foi favorável para ambos os corantes. Já para os valores de correlação R<sup>2</sup> ambos os corantes não se ajustam ao modelo de adsorção proposto por Freundlich.

**Figura 15.** Isoterma de adsorção para o modelo de Freundlich dos corantes Azul Qr – 19 e Laranja Reativo 16 na temperatura de 45°C.



**Tabela 6.** Parâmetros obtidos para as isotermas de Freundlich, pertinente à adsorção dos corantes Azul Qr-19 e Laranja Reativo 16 na zeólita NH<sub>4</sub>USY a temperatura de 45°C.

Corante	K (L/mg)	n	R <sup>2</sup>
Azul Qr – 19	1,0099	1,2327	0,6059
Laranja Reativo 16	8,2262	2,6184	0,4956

Para as isotermas de adsorção para o modelo de Freundlich a 35°C, o coeficiente n demonstrou que o processo de adsorção foi favorável para ambos os corantes.

Para os valores de correlação R<sup>2</sup> ambos os corantes não se ajustam ao modelo de adsorção proposto por Freundlich.

Estes resultados indicam que a maior adsorção, em soluções mais concentradas, apresentada pelo corante Laranja Reativo 16 frente ao Azul Qr-19 na cinética de adsorção pode ser explicada pelo fato do corante Azul Qr-19 apresentar um mecanismo de adsorção próximo ao modelo proposto por Langmuir, que considera este fenômeno ocorrendo em superfície homogênea, com número fixo de posições de adsorção disponíveis na superfície e com a formação de uma camada superficial monomolecular, enquanto o modelo de Freundlich descreve sistemas heterogêneos, com formação de sítios de adsorção sobre a primeira camada, originando assim multicamadas de moléculas adsorvidas (CHAVES, 2009).

## CONCLUSÕES

O estudo do processo de adsorção utilizando os corantes Azul Qr-19 e Laranja Reativo 16 na zeólita NH<sub>4</sub>USY, revelou que através da cinética de adsorção para ambos os corantes, o tempo mínimo necessário para a obtenção do equilíbrio de adsorção foi de 1 hora.

Para o estudo da influência do pH, conclui-se que o pH não possui influência direta na quantidade de corante adsorvida pela zeólita, ou seja, a variação do pH não influencia significativamente na eficiência do processo de adsorção para ambos os corantes.

O parâmetro de Langmuir indicou que a máxima capacidade de adsorção para o corante Azul Qr – 19 foi de 48,14 mg/g de zeólita a 35°C e 56,36 mg/g a 45°C para o corante Laranja Reativo 16.

O parâmetro n para o modelo de Freundlich apresentou valores superiores a 1 para ambos os corantes, podendo-se afirmar assim que as isotermas de adsorção

foram favoráveis.

Nos estudos das isotermas de adsorção, conclui-se que para ambos os corantes há uma adequação ao modelo de Langmuir, no qual para o corante Azul Qr – 19 mostra-se com uma adequação ligeiramente superior ao corante Laranja Reativo 16. Ao contrário do que ocorre para o modelo de Freundlich, que não possui uma adequação ao modelo de adsorção para ambos os corantes.

## Referências

- ADEBAJO, M. O. et al. Porous Materials for Oil Spill Cleanup: A Review of Synthesis and Absorbing Properties. *Journal of Porous Materials*, v. 10, n. 3, p. 159-170, 2003.
- BLANCO, S. F. M. M. *Remoção de Fenol em Solução Aquosa com Carvão Mineral*. 2001. 80 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Programa de Pós-graduação em Engenharia Química. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 430, de 13 de Maio de 2011.
- BRECK, D.W., *Zeolite Molecular Sieves, Structure, Chemistry and Use*, Wiley, New York, 1974.
- CHAVES, J. A. P. Adsorção de Corantes Têxteis Sobre Quitosana: Condições, Modelagem e Otimização. 2009, 120 f. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Engenharia Química. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2009.
- CHOY, K. H.; MCKAY, G.; PORTER, J. F. Sorption of acid dyes from effluents using activated carbon. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 27, p. 57-71, 1999.
- DOTTO, G. L. Remoção dos Corantes Azul Brilhante, Amarelo Crepúsculo e Amarelo Tartrazina de Soluções Aquosas Utilizando Carvão Ativado, Terra Ativada, Terra Diatomácea, Quitina e Quitosana: Estudos de Equilíbrio e Termodinâmica, *Química Nova*, vol 34, nº 7, 1199, 2011.
- FERNANDES, R. Adsorventes alternativos para remoção de fenol em solução aquosa. Dissertação Pós-Graduação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.
- FORGACS, E.; CSERHATI, T.; OROS, G. Removal of synthetic dyes from wastewaters: a review. *Environment international*, v. 30, n. 7, p. 953-971, set. 2004.
- FOUST.S.A; WENZEL.A; CLUMP.W.C; MAUS.L; ANDERSEM.B.L, *Princípios das Operações Unitárias*, 2ª Edição, LTC - Livros Técnicos e Científicos, Editora AS, RJ, 1982.
- JORDÃO, M. H. Catalisadores Bimetálicos e Bifuncionais para Isomerização do n- Hexano: Ni-Pt suportados na zeólita HY. 2001. 237 f. (Tese)
- GIANNETTO, G.P. Relationship between the Physicochemical Properties of Zeolitic Systems and their low Dimensionality. *Guidelines for Mastering the Properties of Molecular Sieves*, v.221, p.355-363, 1990.
- GUARATINI, C. C. I.; ZANONI, M. V. B. Corantes Têxteis. *Química Nova*, v. 23, n. 1, p. 71-78, jan./fev. 2000.
- KIMURA, I. Y.; GONÇALVES, A. C.; STOLBERG, J. Efeito do pH e tempo de contato na adsorção de corantes reativos por microesferas de quitosana. *Polímeros: ciência e tecnologia*, p. 51-57, jul/set 1999.
- KUNZ, A.; PERALTA-ZAMORA, P.; MORAES, S.G.; DURÁN, N. Novas tendências no tratamento de efluentes têxteis. *Química Nova*, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 78-82, jan./fev. 2002.
- LÁZARO, D.A.; MANSUR, M.B.; FRANCA, A.S.; OLIVEIRA, L.S.; ROCHA, S.D.F., 2008. Performance of cold-pressed cake from *Raphanus sativus* (L.Var.) oilseeds, a solid residue from biodiesel production, as adsorbent for basic dyes, *International Journal of Chemical Engineering*, 1, 289-302.



- LEÃO, M. D.; CARNEIRO, E. V.; SCHWABE, W. K.; RIBEIRO, E. D. L.; SOARES, A. F. S. Controle ambiental na indústria têxtil: acabamento de malhas. 2002, p. 356-380.
- MAGDALENA, C.P.; FUNGARO, D.A.; CUNICO, P. Adsorção de azo corante reativo utilizando material zeolítico: tempo de contato, pH, temperatura e efeito de sais. *Periódico Tchê Química*, Porto Alegre, v.9, n.17, p. 48-59, jan. 2011.
- MINAS AMBIENTE/CETEC. Controle Ambiental na Indústria Têxtil: Acabamento de malhas. Belo Horizonte, 2002.
- MONTEIRO, J.L.F. Introdução a Peneiras Moleculares. In: Curso Iberoamericano sobre Peneiras Moleculares, 2, São Carlos, 1995, 418p.
- MORAIS, I. L. H. ENF 483 Controle da Poluição nos Processos Industriais. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, 2015.
- OGUNLAJA, O. O.; AEMERE, O. Evaluating the efficiency of a textile wastewater treatment plant located in Oshodi, Lagos. *African Journal of Pure and Applied Chemistry*, v. 3, n. 9, p. 189-196, 2009.
- PERGHER, S.B.C.; CAOVILO, M.; DETONI, C.; MACHADO, N.R.C.F. Remoção de  $\text{Cu}^{+2}$  de soluções aquosas em zeólita Nax. Efeito da granulometria. *Química Nova*. 2005, 28.
- SOBRINHO, E.V. Preparação e Caracterização da Zeólita Y com Alto Teor de Silício Obtida por Desaluminização em Série. 1993. 146 f. Tese - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1993.
- SPERLING, M. V. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – Universidade Federal de Minas Gerais, 2005. P 452]
- TEIXEIRA, L.F.C. e BARSÍ, F.V. Adsorção de Soluções de Corantes Usados em Indústria Têxtil com Zeólitas. In *Anais do XIX Semana de Iniciação Científica*, Guarapuava, 2014.
- TWARDOCUS, R. G. Reuso de água no processo de tingimento da indústria têxtil. 2004. 136 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Programa de Pós – Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2004.
- ZANONI, M. V. B.; CARNEIRO, P. A. O descarte dos corantes têxteis. *Ciência Hoje*, v. 29, n. 174, p. 61-64, out. 2001.



## CAPÍTULO 2

# **METODOLOGIA LEAN APLICADA A UM ESCRITÓRIO DE ENGENHARIA**

LEAN METHODOLOGY APPLIED AN ENGINEERING OFFICE

**Julianno Pizzano Ayoub**

**Gideã Taques Tractz**

**Marcel Ricardo Nogueira de Oliveira**

**Tiago Francisco Ferreira**

**Willian Muzyka**

**Neanderson Galvão**

**FabricioHernandes de Freitas**

**Wallace Lima Paulo**

**Gabriel Menon de Lima**

**Taís Adeil Muller**



## Resumo

**T**anto no Brasil quanto em outros países, é crescente a busca pela implementação de técnicas e conceitos que aumentem o lucro. Uma das maneiras é a redução de perdas, que não se encontra apenas no produto final em si, mas em todos os procedimentos que envolvam um serviço. O objetivo deste trabalho foi mostrar a aplicação e implementação da produção enxuta em uma empresa do setor de Engenharia.

Palavras-chave: Desperdício, Produção enxuta, Mudança

## Abstract

**B**oth in Brazil and in other countries, the search for the implementation of techniques and concepts that increase profit is increasing. One way is loss reduction, which is not just in the final product itself, but in all procedures involving a service. The objective of this work was to show the application and implementation of lean production in a company of the Engineering sector.

Keywords: Waste, Lean Production, Change



## INTRODUÇÃO

Um período após a Segunda guerra mundial, a indústria japonesa desenvolveu um conjunto de novas práticas que alavancara a sua competitividade em um cenário mundial, a hoje conhecida, produção enxuta (WOMACK et al.,1992).

A produção enxuta pode disparar uma mudança organizacional radical, como nova estratégia e cultura (SMEDS,1994). Muitas empresas de diversos setores já alcançaram benefícios significativos com a adoção de conceitos de produção enxuta (ARAUJO,2004).

Aplicável nos mais diversos tipos de industrias e empresas, tem como objetivo identificar, e eliminar ou reduzir desperdícios na cadeia produtiva, sejam os desperdícios por tempo de espera (tanto de pessoas como equipamentos), erros que exijam correções, fluxo de pessoas, sobrecargas (tanto de pessoas quanto equipamentos), estoques ou transportes, etc (WOMACK e JONES 2004).

O objetivo desse trabalho foi implantar a metodologia da produção enxuta na empresa Pilar Engenharia, localizada no Município de Guarapuava-PR, que presta serviços na área das engenharias, civil, ambiental, elétrica e de segurança do trabalho. Os serviços englobam elaboração e execução de projetos, levantamentos topográficos, laudos, cursos, e treinamentos.

## APLICAÇÃO DA METODOLOGIA

Segundo Ohno (1997), o primeiro passo para eliminar os desperdícios, é identifica-los. Dessa forma, foram identificadas as maiores perdas do sistema, e estão dispostas na Tabela 1.



<b>Atividade</b>	<b>O que acontece</b>	<b>Tipo de desperdício</b>
Trajetos com veículo dentro da cidade	Feito para visita em obras, prefeitura, e clientes, ocorre diariamente conforme solicitação do cliente	Em quilômetros
Viagens para fora da cidade	Feito para execução de obras e demais atividades fora de Guaruva, ocorrem normalmente 2 vezes por semana, conforme são marcadas	Em quilômetros
Visitas em obras	Visitas para acompanhamento das obras sendo executadas, ocorrem diariamente conforme solicitação do cliente	Em horas
Impressões A4	Impressões gerais dos funcionários dentro do escritório	Em número de impressões
Plotagens	O projeto feito no próprio escritório ou enviado, é impresso para o cliente	Em m <sup>2</sup>

Tabela 1 – Descrição das atividades, e o tipo de desperdício das mesmas  
Fonte: Autor (2019)

O procedimento das operações é um método de padronização que estabelece a sequência e a técnica para cada processo, com objetivo atingir a alta produtividade com qualidade (ABDULLAH, 2003).

Tendo conhecimento das atividades que geram desperdício e das formas de desperdícios, foi possível obter o resultado, e propor as melhorias das atividades. Durante o período da pesquisa, a empresa contava com 12 colaboradores, a carga horária variada em horário comercial, de segunda-feira à sexta-feira. As atividades foram acompanhadas por 4 meses, em seguida foi elaborado um plano de ação para redução das perdas, tendo como resultado as melhorias as quais foram implantadas e elencadas na Tabela 2.

<b>Atividade</b>	<b>Melhoria</b>
Trajetos com veículo dentro da cidade	As visitas à obras passaram a ocorrer apenas nas quintas-feiras, e a visita a prefeitura ocorre nas terças.
Viagens para fora da cidade	As viagens são organizadas e feitas no mesmo dia
Visitas em obras	As visitas a obras passaram a ocorrer apenas nas quintas-feiras, fazendo com que o tempo gasto seja muito menor
Impressões A4	A impressora foi programada para frente e verso, no caso de mais de uma página, e para anotações estão sendo usado o verso das cópias já utilizadas
Plotagens	Agrupar mais desenhos em uma mesma plotagem para aproveitar melhor o espaço do papel.

Tabela 2 – Atividades, e a melhoria proposta em cada uma delas  
Fonte: Autor (2019)

Após a implantação das melhorias apontadas, as atividades foram acompanhadas e analisadas novamente por 4 meses. A média das atividades dos 4 meses, tanto antes das melhorias quanto dos 4 meses depois, foram dispostas na Tabela 3.

Atividade	Antes da melhoria proposta	Depois da melhoria proposta
Trajetos com veículo dentro da cidade	742 km	343 km
Viagens para fora da cidade	546 km	386 km
Visitas em obras	39 horas	20 horas
Impressões A4	86 folhas	63 folhas
Plotagens	20 m <sup>2</sup>	16 m <sup>2</sup>

Tabela 3 – Desperdício das atividades, antes e depois das melhorias aplicadas  
Fonte: Autor (2019)

Percebe-se que houve um decréscimo de desperdício em todas as atividades mencionadas

## CONCLUSÃO

Diante do exposto, concluiu-se que a metodologia pode realmente ser implantada em uma empresa de pequeno porte e de prestação de serviço. Os resultados em percentual de cada atividade foram evidenciados no gráfico a seguir.

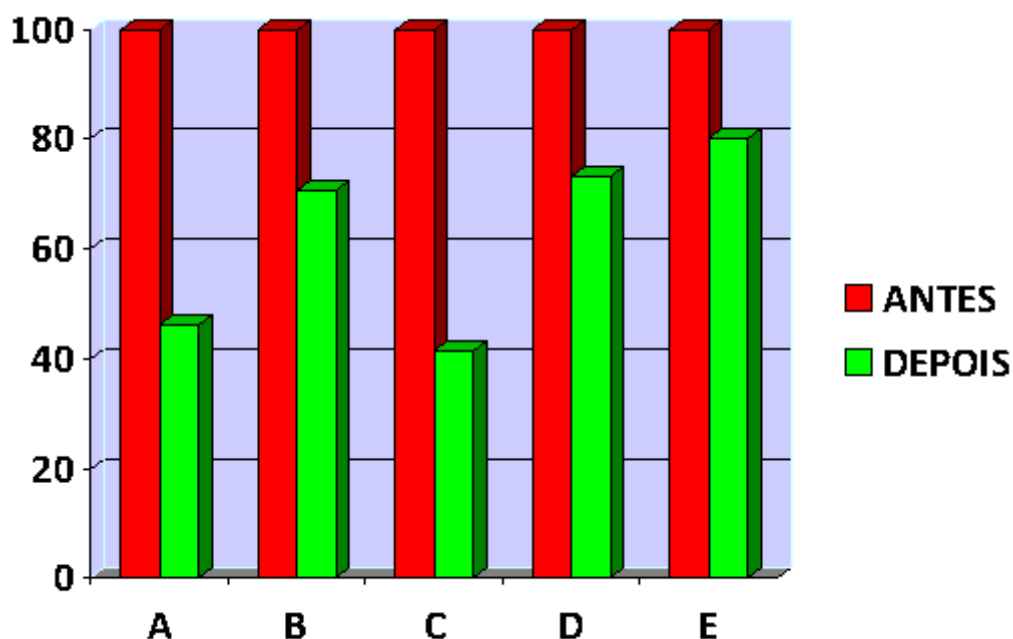


Gráfico 1 – Desperdícios antes e depois das melhorias com: A-Trajetos com veículo dentro da cidade/ B-Viagens para fora da cidade/ C-Visita em obras/ D-Impressões A4/ E-Plotagens  
Fonte: Autor (2019)

Conforme mostra-se no Gráfico 1 em todas as atividades foi possível obter uma melhora, a qual acarreta uma redução de custos para a empresa, mesmo que as vezes em quantidade não muito significativa, as reduções ocorrem.

## Referências

ABDULLAH, F. M.. Lean Manufacturing tools and techniques in the process industry with a focus on steel. **Tese** (Doutorado em Engenharia) – Department of Industrial Engineering - University of Pittsburgh, 2003. 245p.

ARAÚJO, C. A. C. Desenvolvimento e aplicação de um Método de Implementação de Sistemas de Produção Enxuta utilizando os processos de raciocínio da Teoria das Restrições e o Mapeamento do Fluxo de Valor. **Dissertação de mestrado**. EESC USP, 2004.

OHNO, T. O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala. Tradução de Cristina Schumacher. Porto Alegre: Bookman, 1997. Título original: Toyota Production System: beyond large-scale production.

SMEDS, R. Managing Change towards Lean Enterprises. **International Journal of Operations & Production Management**, v.14, n.3 p. 66-82. University Press, 1994.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. & ROOS, D. A máquina que mudou o mundo. **Campus**. 5ª Edição. Rio de Janeiro, 1992.

WOMACK, J. P. & JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza**. 4ª Edição. Rio de Janeiro, 1998.

## CAPÍTULO 3

# **REFLEXÕES E CONSIDERAÇÕES SOBRE A IMPLEMENTAÇÃO E APLICABILIDADE DA NR 12**

REFLECTIONS AND CONSIDERATIONS ON NR 12 IMPLEMENTATION  
AND APPLICABILITY

**Willian Muzyka**

**Marcel Ricardo Nogueira de Oliveira**

**Julianno Pizzano Ayoub**

## RESUMO

Este artigo é fruto de uma pesquisa bibliográfica, qualitativa, que vem apresentar uma reflexão sobre as dificuldades encontradas pelas empresas, na implementação da NR12, Norma Regulamentadora que vem definir as técnicas, os princípios e normatizar as medidas de proteção necessárias para que a empresa possa garantir a proteção da saúde e a integridade física do trabalhador, estabelecendo requisitos para prevenir os acidentes de trabalho. Nesta reflexão, pontua-se quais são as dificuldades encontradas para a sua implementação, bem como faz algumas sugestões de como promover uma mudança cultural dentro da empresa, com foco na prevenção contra acidentes do trabalho e na construção de uma conscientização coletiva, de corresponsabilidade na proteção da vida. Nesse sentido, esta pesquisa salienta a importância desse rearranjo organizacional na empresa, destacando o trabalho do Engenheiro de Segurança do Trabalho, como elemento crucial na transformação de conceitos e na construção de novos elementos que venham a contribuir para a implantação e efetiva aplicabilidade da NR-12.

Palavras-chave: Engenharia, Segurança do Trabalho, Proteção, Norma, Máquinas.

## ABSTRACT

This article results of bibliographic research, qualitative, which is to present a reflection on the difficulties found by companies in the implementation and applicability of NR12, Regulatory Standard that defines technical references, basic principles and protective measures to ensure the health and integrity physical workers and also establishes minimum requirements for the prevention of accidents and occupational diseases, provides guidance and indicative to ensure safety. In this reflection, points to what are the difficulties found in the implementation as well as some suggestions on how to reorganize the company's space, based on promoting a cultural change within the company, focusing on the prevention of occupational accidents and building a collective awareness, of co-liability in the protection of life. In this sense, this research highlights the importance of organizational rearrangement in the company, highlighting the work of Work Safety Engineer, as a crucial element in transforming concepts and construction of new elements that will contribute to the implementation and effective applicability of NR-12 .

Keywords: Engineering, Occupational Safety, Protection, Standard, Machines



## INTRODUÇÃO

Atualmente, vivemos numa sociedade interligada tecnologicamente e economicamente, onde a busca em manter o equilíbrio e a estabilidade financeira é condição ímpar para a sobrevivência das indústrias, que para isso arriscam em inovações, tecnologia de ponta, investindo na produtividade e na qualidade de seus produtos.

Porém, dentro deste universo tão competitivo, há também, uma exigência da lei no que diz respeito à proteção necessária ao trabalhador que faz o manuseio das máquinas e lida com equipamentos perigosos que oferecem risco. Exigência essa que não está ainda sendo atendida, como deveria, devido à vários entraves que serão identificados no corpo desta pesquisa.

Para isso, este artigo apresenta resumidamente o porquê, no contexto atual, as indústrias brasileiras ainda insistem em não adaptar-se às exigências legais, impostas pela Norma Regulamentadora nº 12, as quais, dentro de um conjunto de normas, são específicas no trabalho com máquinas, pois, a NR 12, trazem em seu bojo, as definições e orientações necessárias sobre a proteção e segurança no trabalho em relação ao manuseio de máquinas e equipamentos que oferecem risco à saúde e integridade física do trabalhador.

As indústrias ainda encontram dificuldades na interpretação da Norma Regulamentadora nº12 que vem trazer medidas e normatizações de segurança em relação à manipulação de máquinas e equipamentos, também encontram dificuldades na sua aplicabilidade, tornando-se resistentes.

Tendo como base este pensamento, o presente artigo pretende elucidar a importância do cumprimento da Lei, para que a Segurança do Trabalho seja vista como elemento essencial nos processos da empresa

Na sequência, apresenta um recorte do histórico das leis, iniciando por citar a criação da Consolidação das Leis Trabalhistas – CLT, considerada um grande marco na história do trabalhador, apresenta a Norma Regulamentadora nº 12, a qual é de exigência imprescindível nas indústrias brasileiras, e que a sua ainda não observância é alvo desta pesquisa e, salienta que a Constituição Federal Brasileira (1988) vem reforçar a garantia destes direitos delegados ao trabalhador que manipula máquinas e equipamentos.

Ainda, inspirada no seu referencial teórico, ousa sugerir que a necessidade e a importância do cumprimento da NR 12, vem trazer responsabilidades tanto aos empresários quanto aos trabalhadores, em relação às medidas a serem adotadas na





prevenção e no cuidado com a saúde e integridade física do trabalhador.

A seguir, a pesquisa aponta a ação do Engenheiro de Segurança do Trabalho, na indústria de produção, como figura ímpar nesse cenário, capaz de criar estratégias diferenciadas através de projetos dirigidos à segurança do trabalho, que venham a fundamentar e alavancar a gestão da empresa, investindo portanto, em projetos que ofereçam uma formação eficiente aos funcionários, desenvolvendo uma nova cultura empresarial, a da prevenção; desenvolvendo projetos juntamente com outros órgãos a fim de encontrar a solução para as indústrias que estão precisando de auxílio em relação à adaptações e renovação de seu maquinário e também investir em pesquisas e estudos que permitam entender melhor e a necessidade destes cuidados e na busca de adequações dentro da empresa, bem como apontar novas sugestões para futuras alterações legais em seu texto.

Assim, nas considerações finais, o presente artigo pretende elucidar a importância do cumprimento da Lei, para que a Segurança do Trabalho seja vista como elemento essencial nos processos da empresa.

## **METODOLOGIA**

Esse trabalho trata-se de uma revisão bibliográfica sobre a dificuldade na implantação da NR 12, que é uma norma do conjunto de Normas Regulamentadoras (NRs), que deverão ser utilizadas por todo e qualquer tipo de empresa, para garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores, traz orientações obrigatórias para o funcionamento das empresas e são controladas por diversos órgãos fiscalizadores.

Este estudo trata-se de uma pesquisa bibliográfica, de abordagem qualitativa, e para isto foram selecionados materiais como alguns artigos encontrados nos bancos de dados do Scielo, LILACS e Google Acadêmico, através das palavras-chaves NR-12, máquinas e equipamentos, planejamento industrial e segurança do trabalho. Também matérias de periódicos como jornais e revistas e pesquisa em livros, todos publicados a partir do ano de 2000.

Como critério de inclusão dos textos selecionados, considerou-se artigos que tratassem da Segurança do Trabalho nas Indústrias, especificamente os que abordavam a relação empresa e NR12. Os artigos que abordassem o tema, porém, não especificando a NR-12 e publicados antes de 2000, foram automaticamente excluídos do estudo.

Em seguida, todos os artigos utilizados na revisão foram agrupados conforme sua metodologia e análise da adequação da NR-12 nas máquinas e equipamentos nas indústrias e nos processos de produção, para evidenciar os pontos que podem ser trabalhados em prol de uma sincronia entre interpretação e implementação da NR-12, após, foi selecionado um material que trouxe contribuição no sentido

de propor melhorias na questão cultural dos trabalhadores para promover procedimentos de trabalho a fim de garantir que esta norma seja aplicada de forma íntegra e, houve seleção de textos referentes a utilização das máquinas e equipamentos de proteção.

Após estes estudos e análise, formulou-se um texto reflexivo dissertativo sobre a aplicabilidade da NR 12.

## DISCUSSÃO

Após análise dos textos e artigos estudados, parte-se do princípio de que toda a indústria está situada em um determinado espaço e em um determinado contexto, seja ela grande, média ou pequena. Assim, o que há em comum em todas elas é a produção, o comércio e as relações interpessoais no contexto empresarial.

Todas estas atividades desenvolvidas na indústria dependem de um local adequado, e para isso, este local deve disponibilizar todo o mobiliário necessário para a atividade a que se destina, incluindo as máquinas e ferramentas, contando também na habilidade do empregado em relação às técnicas adequadas para o manuseio das ferramentas e das máquinas.

Assim, na indústria de produção além de máquinas se faz necessária a presença de pessoas que manipulem estas máquinas, através de técnicas específicas, visando a melhor maneira de utilizar esta máquina, com objetivo de render a produção, não permitindo falhas e inibindo a pausa excessiva da máquina, o que gera desperdício e prejuízo à indústria.

Dependendo da indústria, são várias as máquinas e equipamentos necessários para a produção, o que leva à indústria a organizar seu espaço interno, na melhor forma possível, distribuindo este maquinário de forma a maximizar e potencializar a produção.

Resumidamente, aponta-se aqui, a primeira e fundamental ideia expressa nos artigos estudados: a organização dos espaços, ela é fundamental, para que sejam respeitados os quesitos de segurança e saúde do trabalhador.

Assim, neste contexto da indústria onde circulam pessoas e estas interagem entre si e com as máquinas, corre-se um grande e constante risco de acidentes, por isso, pensando na saúde do empregado, em uma forma de diminuir os índices elevados de acidentes de trabalho, foram criadas Normas Regulamentadoras, estabelecendo formas de como as indústrias (empresas) podem e devem trabalhar e organizar seus espaços, a fim de promover maior segurança ao trabalhador.

As Normas Regulamentadoras (NR) que vêm atribuir diretrizes específicas à



Segurança e Medicina do Trabalho foram aprovadas em 08/06/78, com a Portaria Nº. 3.214, do Ministério do Trabalho. Atualmente, tem-se 36 normas. (MT).

As NR são de observância obrigatória pelas empresas privadas e públicas, suas disposições aplicam-se tanto aos trabalhadores autônomos e às demais entidades que forem contratar o serviço e aos sindicatos representativos das respectivas categorias profissionais.

A observância das NRs não desobriga as empresas do cumprimento de outras disposições que, com relação à matéria, sejam incluídas em códigos de obras ou regulamentos sanitários dos Estados ou Municípios, e outras oriundas de convenções e acordos coletivos de trabalho.

## NR 12 e seus princípios

A NR12 vem definir as técnicas adequadas, princípios necessários e as medidas adequadas de proteção que visem a garantia da saúde e da integridade física do trabalhador, especificamente, daquele trabalhador que manipule máquinas ou equipamentos. Esta norma:

Estabelece requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças do trabalho nas fases de projeto e de utilização de máquinas e equipamentos de todos os tipos, e ainda à sua fabricação, importação, comercialização, exposição e cessão a qualquer título". (NR12, 2013).

Segundo Lima e Teixeira 2015, sobre a elaboração da NR-12, explicam que esta NR está pautada por sete princípios apontados na Constituição Federal Brasileira (1988), a saber:

- **Princípio da Indisponibilidade da Saúde do Trabalhador:** está previsto no artigo 196 da Constituição da República que a saúde. A NR 12 exige qualificação e habilitação, prevendo a integridade da saúde dos colaboradores para a execução de suas atividades laborais.
- **Princípio do Risco Mínimo Regressivo:** na redação da NR-12, diz respeito ao desenvolvimento de mecanismos técnicos para redução de acidentes e operação segura de máquinas com alto potencial de risco.
- **Princípio da Retenção do Risco na Fonte:** este princípio é definido por Amorim (2011, p. 32) como sendo: "O conhecimento atual na área de prevenção indica que o risco deve ser controlado desde sua origem, evitando que possa se propagar a ponto de atingir a integridade física do trabalhador". Ainda, Amorim (2011, p. 33) considera importante que a gestão das



empresas devem levar em conta este princípio, para poder aplicar as recomendações da NR-12.

- **Princípio da Adaptação do Trabalho ao Homem:** em relação a este princípio, observa-se que antigamente prevalecia a ideia de que era necessário adaptar o homem ao trabalho e às exigências deste. “As necessidades da produção, o desenho dos equipamentos, a velocidade das máquinas, o aumento da produtividade estavam em primeiro plano” (BRASIL, 2008).

Hoje, temos outro pensamento, conforme Campos (2011, p. 34) atualmente, “o primeiro que deve ser considerado no ambiente de trabalho é o homem, depois é que se acrescentam os equipamentos, as condições de trabalho, os métodos de produção. Logo, é responsabilidade do empregador a adaptação do homem a esse contexto do ambiente de trabalho”.

Entre todos os requisitos exigidos pela atual versão da NR 12 está a relação da ergonomia, das adaptações dos postos de trabalho e das melhores condições do operador.

- **Princípio da Instrução:** disposto no artigo 157 no seu §2º “Cabe às empresas instruir os empregados, através de ordens de serviço, quanto às precauções a tomar no sentido de evitar acidentes do trabalho ou doenças ocupacionais”.

Nesse sentido, Lima e Teixeira ( 2015, p. 78) relata sobre a importância de a empresa ter um profissional “habilitado e capacitado” pois esta formação e habilidade é o que vai garantir tanto para a empresa quanto para o empresário, uma situação muito mais segura onde o desenvolvimento das atividades laborais se darão de forma mais eficiente no que diz respeito à segurança e prevenção de acidentes.

- **Princípio do Não Improviso:** Como o próprio termo denota, a importância de não improvisar quando se trata de segurança, de saúde. Atualmente adotado no plano internacional como fomento ao incentivo de que se efetive o enquanto direito do trabalhador, a sua segurança no trabalho, é pressupor de uma prática empresarial onde algo que seja planejado não necessite de improviso. Esse princípio consiste na obrigatoriedade de uma forma correta de utilização das técnicas para manuseio das máquinas e ferramentas desenvolvendo uma cultura do cuidado, preventiva, que evite improvisos.

A visão da NR-12, “com seus ritos de aprovações e considerações prévias da avaliação dos riscos inerentes à atividade, institui essa visão ao longo de toda a sua estrutura”. (LIMA E TEIXEIRA, 2015).



- **Princípio do Direito de Recusa do Obreiro:** Trata-se de um princípio específico e complementar ao princípio da indisponibilidade da saúde do trabalhador, onde assegura ao trabalhador o direito de se recusar a realizar uma tarefa em que esteja exposto a um perigo iminente, conforme sugere o Artigo nº 11 do Código Civil Brasileiro, o qual reforça este conhecimento. “Esses direitos são inatos, absolutos, intransmissíveis, indisponíveis, irrenunciáveis, imprescritíveis, impenhoráveis, impropriáveis e ilimitados”. (TEIXEIRA E LIMA, p. 24, 2013).

## Sobre a dificuldade na aplicabilidade da NR-12

Observando brevemente os princípios elencados na NR12, parece algo fácil de se aplicar, porém, não é isso que algumas empresas dizem, por isso, faz-se necessário apontar aqui cada um dos itens encontrados, buscando elencar os graus de dificuldades.

São muitas as dúvidas sobre como a empresa deve encaminhar suas atividades e sua organização interna e externa, de forma a cumprir o que estabelece a NR12, pois, para muitos administradores de empresas, a NR12 é tida como de difícil interpretação, o que leva a uma busca de consenso no entendimento do seu conteúdo a fim de que seja possível o seu cumprimento.

Encontramos na bibliografia pesquisada, a visão das empresas e conforme estas, alguns entraves na aplicabilidade da NR12:

Santi. T. (2015, p. 38), nos apresenta como um grande entrave na aplicabilidade da NR12, o alto custo que as empresas irão gastar para adequar seu maquinário e a falta de mão-de-obra especializada, faltam pessoas capacitadas, e falta também, no interior da empresa, como vemos: “além dos custos elevados, principalmente para as empresas de pequeno porte, a disponibilidade de mão de obra especializada necessária para a realização das adequações é baixa”.

Assim, conforme nos orienta Künzel (2015, p. 38):

As empresas e indústrias que forem interdidas pelo não cumprimento da NR 12, sofrem prejuízos significativos, pois se ficam paradas, perdem contratos, não cumprem prazos e ainda permanecem com gastos e encargos, assim, estes empresários, acabam recuando, não investem, temem perder mais ainda, “desconhecem que podem investir de maneira planejada, equilibrada, garantindo atendimento às NR’s e buscando a segurança dos seus empregados.

Sobre esse mesmo item, Junior e Tavares (2015, p. 04) em seu artigo, faz alusão sobre uma publicação da FIEP – Federação das Indústrias do Paraná, onde são

discutidos aspectos que se refere à dificuldade de implantação da NR12, no momento em que ao exigir o cumprimento da lei, não isenta as empresas de despendem de um gasto muitas vezes duplicado, quando já investiram nas máquinas e equipamentos antes da vigência das normas e que agora, terão novo gasto para readequá-las. “Transferindo a responsabilidade da adequação dessas máquinas para quem comprou”. (FIEP, 2015).

Sobre esse argumento da questão da adaptação das máquinas, em relação à dificuldade do cumprimento da NR12, foi encontrado nos textos de Corrêa (2011, p. 58) que em contra partida, existem muitas empresas que querem saber como devem proceder para adequar-se à NR12, que estão com dificuldades para dar início às ações de adequação, apenas por questão monetária, preocupadas com os gastos a serem investidos, e também por falta de conhecimento, de não saber como fazer, a quem recorrer. (CORRÊA, 2011, p. 58)

Corrêa (2011, p. 60), afirma que algumas empresas estão mais adiantadas no cumprimento da norma onde os administradores são profissionais que sabem dos riscos em não cumprir a lei.

Outro fator citado entre os autores pesquisados, foi a questão de que se há uma norma a ser cumprida, as indústrias que fabricam as máquinas e equipamentos, deveriam ser as primeiras a fornecer os produtos já com as devidas proteções mas, nota-se que as mesmas não estão sendo fabricadas com os mecanismos de proteção.

Nesse sentido, Corrêa (2011, p. 60), aponta o fator da fabricação das máquinas e equipamentos que por sua vez, dificulta a implantação, e que deveria ser exigido dos fabricantes das máquinas, que as mesmas sejam fabricadas com os mecanismos de proteção. Salienta também que em relação à fábrica das máquinas e equipamentos, geralmente é um trabalho que passa de geração em geração e que na fabricação de máquinas nunca foi exigida esta segurança no quesito de preocupação com quem vier a manipular.

Ainda, em relação à fabricação das máquinas e equipamentos, aparece um fator complementar nesta lista de itens que dificulta a implantação da NR12, qual seja, a importação de máquinas e equipamentos, sobre isso, Teixeira (2013, p. 24) nos esclarece:

As máquinas importadas são alternativas cada vez mais utilizadas quando se trata de novas tecnologias e redução de custo. As máquinas importadas, quando não fabricadas sob encomenda, não atendem as especificações da Norma Regulamentadora 12, de modo que se torna necessária sua adequação para a garantia da segurança do trabalhador.

A Confederação Nacional da Indústria (CNI), publicou recentemente, segundo Sobral (2015, P. 18) que: “As máquinas do parque industrial do País ainda não



estão em dia com a última versão da NR12.” Em outro trecho ainda traz que a CNI “encaminhou ao Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) documento reiterando a necessidade de revisão do texto atual da NR12, solicitando que seja definida uma linha de corte temporal, para que as novas exigências da norma sejam aplicáveis somente aos equipamentos novos”. Solicita que deve haver obrigações diferentes para os fabricantes das máquinas e para as empresas e trabalhadores, usuários.

Além disso, “deverá haver critérios diferenciados para atender as empresas conforme o seu porte, seja ela grande, média ou pequena, e principalmente no que diz respeito àquelas empresas que possuem poucos recursos e têm dificuldades financeiras” (SOBRAL, 2015, p. 25).

Lembramos ainda que, como estas Normas Regulamentadoras são específicas do Brasil, quando se procura oferta internacional, nem sempre a empresa fabricante concorda em inserir no produto, os mecanismos necessários e as adaptações exigidas para o cumprimento da NR 12.

Outro entrave, segundo Künzel (2015, p. 56) está relacionado à Função do Engenheiro dentro da empresa, esta é, na visão de alguns empresários, considerada também como fator que dificulta esta aplicabilidade, pois, “a função do engenheiro é dar suporte, instruir e direcionar as ações dentro da empresa”.

Além disso, segundo Stacechen (2013, p. 44), os empresários consideram a NR 12 de difícil interpretação e acabam procurando outras normas para que fiquem próximos daquilo que consideram como segurança, conforme aponta este autor: “uma das principais dificuldades é a falta de conhecimento sobre as NBR’s aplicadas à segurança em equipamentos e a outra é a necessidade de pagamento para ter acesso à informação destas”.

Nos informa também Stacechen (2013, p. 44), que, além dos fatores já citados, há outros fatores como:

- **Complexibilidade:** “a desconformidade com o padrão mundial - máquinas fabricadas na União Europeia, na América do Norte ou no leste Asiático, por exemplo, podem não estar adequadas à NR12;
- **Custos:** são elevados para adequação das máquinas e os prazos que são dados, são insuficientes para que a empresa possa fazer as mudanças e alterações necessárias;
- **Certificação:** há a falta de um órgão certificador para atestar a validade para máquinas e equipamentos.

## Sobre a legalidade em garantir a Segurança do Trabalho

Em 1º de maio de 1943 com o Decreto Lei nº 5452 aprova as Consolidações das Leis do Trabalho, tornando-se marco nacional e universal como dia do trabalhador.

Na década de 70, o Brasil vivia um período de desenvolvimento industrial, e ocupava o primeiro lugar no mundo em acidentes de trabalho. A partir daí, com objetivo de reverter este quadro, foram elaboradas normas que dessem às empresas, um novo arranjo em sua estrutura, seu maquinário e na conduta de seus trabalhadores.

Em 1977, com a lei 6514 de 22 de dezembro, foi alterado o Capítulo V do Título II da CLT, (Consolidação das Leis do Trabalho), no item que diz respeito “à Segurança do e Medicina do Trabalho” e no ano seguinte, 1978, com a portaria nº 3214 de 08/06/1978, ficaram aprovadas as Normas Regulamentadoras – NRs. Este é um conjunto de normas que deverão nortear, direcionar, empresas e trabalhadores, para que o trabalho seja desenvolvido de forma segura, que venha a garantir segurança ao trabalhador, que sejam evitados ou minimizados os acidentes de trabalho.

Dentre a Coletânea de Normas Regulamentadoras, destacamos aqui a NR12, Segurança no Trabalho com Máquinas e equipamentos, elencamos apenas os princípios gerais:

12.1. Esta Norma Regulamentadora e seus anexos definem referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores e estabelece requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças do trabalho nas fases de projeto e de utilização de máquinas e equipamentos de todos os tipos, e ainda à sua fabricação, importação, comercialização, exposição e cessão a qualquer título, em todas as atividades econômicas, sem prejuízo da observância do disposto nas demais Normas Regulamentadoras – NR aprovadas pela Portaria nº 3.214, de 8 de junho de 1978, nas normas técnicas oficiais e, na ausência ou omissão destas, nas normas internacionais aplicáveis.

Assim, foram necessárias maiores explicações em quais situações o trabalhador deveria estar protegido e, na sequência, a NR12, torna mais claro e sugere que: “As disposições desta Norma referem-se a máquinas e equipamentos novos e usados, exceto nos itens em que houver menção específica quanto à sua aplicabilidade” (BRASIL, 1996).

De acordo com a NR12, sobre as incumbências do empregador, citamos aqui que: “O empregador deve adotar medidas de proteção para o trabalho em máquinas e equipamentos, capazes de garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores, e medidas apropriadas sempre que houver pessoas com deficiência





envolvidas direta ou indiretamente no trabalho”.

Sobre o entendimento do que seja medida de proteção, a NR12 deixa bem claro que as medidas de proteção devem ser adotadas nessa ordem de prioridade: “ a)medidas de proteção coletiva; b)medidas administrativas ou de organização do trabalho; e c)medidas de proteção individual”.

Nesse sentido, destacamos aqui a importância deste item pois dá abertura de entendimento de toda a realidade da empresa, das dificuldades, dos trabalhos desenvolvidos e com isso, a possibilidade de prever, de prevenir situações, por isso, antecipar e adquirir o equipamento necessário.

A Norma Regulamentadora nº 12, (NR12), como vimos, vem buscar garantir a saúde, a segurança e a integridade física do trabalhador, que, é considerada direito fundamental do ser humano e por isso, está também inserida na Constituição Federal, lei maior da Nação, nos artigos 6º e 7º.

Estas exigências em relação à proteção do trabalhador, também estão amparadas em normas internacionais, em convenções da OIT – Organização Internacional do Trabalho, como já foi dito, na CLT, mais precisamente no Capítulo V, Título II, e, em muitas outras instruções normativas, e portarias expedidas pelo Ministério do Trabalho e Emprego - MTE.

Sobre a Lei 6.414 de 22/12/77, altera o Capítulo V do Título II da CLT (Consolidação das Leis do Trabalho) e destacamos aqui alguns artigos:

Art. 154- A observância, em todos os locais de trabalho, do disposto neste Capítulo, não desobriga as empresas do cumprimento de outras disposições que, com relação à matéria, sejam incluídas em códigos de obras ou regulamentos sanitários dos Estados ou Municípios em que se situem os respectivos estabelecimentos, bem como daquelas oriundas de convenções coletivas de trabalho.

Este artigo vem reforçar que as empresas, além das NRs, devem cumprir todas as leis que orientem seus procedimentos a fim de assegurar a saúde do trabalhador.

No Artigo 155 –CLT: vem reforçar que o órgão competente em relação à medicina e segurança do trabalho em seus incisos deve:

I - estabelecer, nos limites de sua competência, normas sobre a aplicação dos preceitos deste Capítulo, especialmente os referidos no art. 200;

II - coordenar, orientar, controlar e supervisionar a fiscalização e as demais atividades relacionadas com a segurança e a medicina do trabalho em todo o território nacional, inclusive a Campanha Nacional de Prevenção de Acidentes do Trabalho;



III - conhecer, em última instância, dos recursos, voluntários ou de ofício, das decisões proferidas pelos Delegados Regionais do Trabalho, em matéria de segurança e medicina do trabalho.

Art. 157- Cabe às empresas:

I - cumprir e fazer cumprir as normas de segurança e medicina do trabalho;

II - instruir os empregados, através de ordens de serviço, quanto às precauções a tomar no sentido de evitar acidentes do trabalho ou doenças ocupacionais;

III - adotar as medidas que lhes sejam determinadas pelo órgão regional competente;

IV - facilitar o exercício da fiscalização pela autoridade competente.

A CLT, em seu Art. 158- define o que cabe aos empregados:

I - observar as normas de segurança e medicina do trabalho, inclusive as instruções de que trata o item II do artigo anterior;

II - colaborar com a empresa na aplicação dos dispositivos deste Capítulo.

Parágrafo único - Constitui ato faltoso do empregado a recusa injustificada:

a) à observância das instruções expedidas pelo empregador na forma do item II do artigo anterior;

b) ao uso dos equipamentos de proteção individual fornecidos pela empresa.

Ainda, observamos, na Lei maior, na Constituição Federal - CF (1988), em seu Art. 6º:

São direitos sociais a educação, a saúde, a alimentação, o trabalho, a moradia, o transporte, o lazer, a segurança, a previdência social, a proteção à maternidade e à infância, a assistência aos desamparados, na forma desta Constituição. Redação dada pela Emenda Constitucional nº 09 de 2015).

O Art. 7º da CF (1988), cita que são direitos de todos os trabalhadores, tanto urbanos ou que desenvolvem suas atividades em regiões rurais, aqueles direitos que vislumbrem à melhoria de sua condição social.



Além dos amparos legais citados acima, existem várias recomendações da OIT – Organização Internacional do Trabalho – que abordam temas relacionados às questões trabalhistas no que se refere à direitos e deveres, inclusive relacionados à saúde e integridade física dos trabalhadores.

## **Uma nova cultura: Segurança do trabalho e NR 12**

Observa-se que são vários os fatores que influenciam na implementação da NR 12, sendo que todos eles enfocados acima, admitem a necessidade de um re-planejamento industrial, nota-se também a extrema importância da segurança do trabalho nesses fatores tanto nas instalações físicas envolvendo todo o maquinário, o ambiente de trabalho, as ferramentas, as técnicas e os equipamentos de proteção, quanto nas variáveis ambientais e prevenção de acidentes de trabalho e/ou doenças ocupacionais.

Por isso, “o ponto de partida para a aplicabilidade da NR 12 seria a necessidade da empresa em inserir em seu plano gestor, uma forma de organização que contemple todos os graus de riscos e de dificuldades, inserindo os responsáveis pelo setor ou máquina e precisa ser definida de forma hierárquica, ou seja formar um esquema que se apresenta do geral para o mais particular” (CORREA E CORREA, 2006).

A partir desta organização, nota-se a presença dos princípios, já citados anteriormente por Lima e Teixeira (2015) e que é fundamental que estes princípios sejam compreendidos por todos e respeitados dentro da empresa.

Dessa forma, a engenharia de segurança do trabalho é responsável por prevenir riscos à saúde e à vida do trabalhador através de projetos em que garantam ao trabalhador a saúde e a integridade física asseguradas na Constituição Federal Brasileira.

Dentre os trabalhos a serem desenvolvidos pelo Engenheiro de Segurança do Trabalho, a fim de implementar a NR 12, a bibliografia citada neste artigo admite pensar na elaboração de projetos com os próprios funcionários da empresa desenvolvendo uma cultura preventiva com o objetivo de minimizar ou eliminar acidentes de trabalho; projetos ou programas de estudos para conhecimento das técnicas, das ferramentas e das proteções em relação às máquinas e equipamentos; desenvolvimento de políticas administrativas com associações de empresas com a finalidade de rever condições de adaptações do maquinário antigo bem como aquisições de novos, sugerindo criações de planos e políticas ao governo federal para incentivo a estas ações, entre outros.

Nesse sentido, a presença do Engenheiro de Segurança do Trabalho é fundamental nesta empreitada, enquanto profissional que administra e fiscaliza a se-



gurança do trabalho no meio industrial, que deverá organizar programas de prevenção de acidentes, elaborar planos de prevenção de riscos ambientais e dessa forma, trabalhar na implantação desta norma considerada de difícil interpretação que é a NR 12.

## CONCLUSÃO

Com esta pesquisa objetivou-se esclarecer o quanto é necessária e importante a aplicabilidade da NR12 nas empresas e indústrias que utilizam máquinas e equipamentos que podem causar danos à saúde e integridade do trabalhador que manipula estas máquinas.

Para isso, foi utilizado como fonte de conhecimentos, um estudo sobre material publicado em site confiável, sobre o tema. Nesta pesquisa, foram encontrados 10 autores escrevendo sobre a NR12 e sua aplicabilidade. Após um breve estudo sobre estes autores, foram selecionados alguns conceitos, princípios e ensinamentos sobre o tema em questão. Também, foi feito estudo nas legislações específicas como CLT (1943), CF (1988) e nas NRs.

Salientamos que as Normas de Segurança do Trabalho buscam garantir a integridade física e psíquica do trabalhador, é um direito fundamental, respaldado na Constituição Federal, art. 6º e art. 7º, XXII, em normas internacionais, Convenções da OIT, na CLT, Capítulo V, Título II, e, em inúmeras instruções normativas, Normas Regulamentadoras e portarias expedidas pelo Ministério do Trabalho e Emprego.

Os princípios apresentados devem atuar como mandamentos de otimização do sistema, devendo contribuir para que os empresários compreendam o verdadeiro sentido do trabalho digno e saudável, sem riscos de lesões, doenças ou mortes de trabalhadores;

As normas legais de segurança e saúde do trabalhador precisam incorporar o avanço ocorrido no Direito Internacional do Trabalho, assimilar as inovações e os princípios da Constituição Federal de 1988 e disciplinar suficientemente a internalização das diretrizes estabelecidas nas Convenções da OIT ratificadas pelo Brasil.

Dessa forma, esta pesquisa delineou-se nas linhas que seguiram até aqui, apontando de forma mais direta e objetiva alguns caminhos a serem seguidos por empresas para construírem uma cultura empresarial onde a segurança do trabalho seja sua principal preocupação pois ela está diretamente ligada àqueles que alavancam a produção e com isso inserem a empresa no mercado.

Após os apontamentos já referidos, salienta-se a necessidade de uma nova atualização da NR-12, no sentido de facilitar a sua interpretação e a sugestão da criação de um programa de reeducação cultural de indústria, para que esta nova



característica do trabalhador contribua para facilitar a implantação da norma dentro dos processos produtivos.

Dessa forma, as indústrias que estão buscando diferencial competitivo no mercado, deverão apropriar-se destes conhecimentos, levando-os ao seu interior na busca do desenvolvimento de novas técnicas e hábitos, tendo como princípio fundamental a proteção nas máquinas e correta utilização de equipamentos que promovam a segurança do trabalhador como “peça” fundamental do processo produtivo.

O intuito desse estudo, em analisar e avaliar na literatura as melhores formas de implantação da NR-12, servirão para subsidiar futuras pesquisas e ações nesta área de atuação para o Engenheiro de Segurança do Trabalho, para os administradores e proprietários de empresas e, principalmente, para o trabalhador, o chão de fábrica, tendo em vista que no desgaste de peças e equipamentos, tudo é substituído, menos a própria vida.

## REFERÊNCIAS

AMORIM JR. C. N. F. **Princípios específicos do direito tutelar da saúde e segurança do trabalhador.** Disponível em: <https://jus.com.br/artigos/20695/principios-especificos-do-direito-tutelar-da-saude-e-seguranca-do-trabalhador/2>.

BRASIL, Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, Senado Federal, 1988.

\_\_\_\_\_, Constituição das Leis do Trabalho. Brasília, DF, Senado Federal, 1943.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 12 - segurança no trabalho em máquinas e equipamentos.** Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 1996. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEF19C09E2799/nr\\_07\\_ssst.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEF19C09E2799/nr_07_ssst.pdf)>. Acesso em: 17 jan. 2016.

CAMPOS, A. A. M. **O Impacto da Nova Norma de Proteção de Máquinas.** SEMINÁRIO NACIONAL NR-12, 2011, Porto Alegre.

CORRÊA, M. U. **Sistematização e Aplicações da NR12 na Segurança do trabalho em máquinas e Equipamentos.** UNIJUÍ, Ijuí RS, 2011.

CORRÊA, H.L.; CORRÊA, C.A. **Administração de produção e operações.** São Paulo: Ed. Atlas AS, 2006.

FIEP. **Setor industrial questiona e tenta reverter exigências na NR12.** Disponível em: <<http://www.fiepr.org.br>>. Acesso em 19/09/2016.

JUNIOR, O. R. E TAVARES, G. Y. Os Desafios **na implantação da NR12.** V Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção. Ponta Grossa/PR: 2015. Disponível em: file:///D:/Usuario/Downloads/01443568360%20(3).pdf. Acesso em: 20/07/2016.

KÜNZEL, W. L. **Adequação à NR12: A conscientização dos empresários e a atuação profissional.** Disponível em [www.crea-sc.org.br/portal/index.php?cmd=artigos-detalle&id=3193](http://www.crea-sc.org.br/portal/index.php?cmd=artigos-detalle&id=3193). Acesso em 28/09/2016.

LIMA, R. F E TEIXERIA, S.M.L. **Princípios Jurídicos Associados à Nova Formulação da Norma Regulamentadora do Ministério do Trabalho e Emprego. N.º. 12/2011.** Disponível em: file:///D:/Usuario/Downloads/1228-5024-1-PB%20(1).pdf. Acesso em 12/08/2016.

NR. Como são e como surgiram: Disponível no site: <http://blog.inbep.com.br/normas-regulamentadoras-nr-o-que-e/>. Acesso em 30/09/2016.



NR-12 - SEGURANÇA NO TRABALHO EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS. **Princípios Gerais.** Disponível em: [http://www.trabalhoseguro.com/NR/NR12/principios\\_gerais.html](http://www.trabalhoseguro.com/NR/NR12/principios_gerais.html). Acesso em 30/08/2016.

SOBRAL, E. **NR 12 Instrumento de prevenção de acidentes com máquinas e equipamentos. Mesmo em vigor, indústrias pedem mais tempo para cumprir a norma.** Disponível em <<http://www.portal-daindustria.com.br>>. Acesso em 09/08/2016.

STACECHEN, M. M. **Refortinting de máquinas injetoras hidráulicas atendendo à NR12** . UTFPR, Curitiba, 2013.

TEIXEIRA, E. S. M. SILVA, Elisandro D. da L. da. **Análise Crítica e Econômica da Adequação de uma Máquina Empacotadora Importada à Norma Regulamentadora NR12.** III CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Ponta Grossa, PR, Brasil, 04 a 06 de dezembro de 2013.

TOMAZ, R. **Adequação à NR 12 desafia empresas.** Diário do Comércio. Disponível em [www.diariodocomercio.com.br/noticia.php?id=135464](http://www.diariodocomercio.com.br/noticia.php?id=135464). Acesso em 09 de agosto de 2016.



**ALTERAÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO  
DE UM PROJETO DE SEGURANÇA  
CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO DE UM  
EDIFÍCIO QUANTO À OCUPAÇÃO**

CHANGE OF CLASSIFICATION OF A FIRE AND PANIC SAFETY PROJECT  
FOR A BUILDING

**Julianno Pizzano Ayoub**

**Marcel Miguel Ayoub**

**Marcel Ricardo Nogueira de Oliveira**

**Geovanni Marcel Miguel Ayoub**

**Tatiane Barbosa Bretas**

**Tiago Francisco Ferreira**

**Rafael Biglia Diniz**

**Fabricio Hernandez de Freitas**

**Wallace Lima Paulo**

**Gabriel Menon de Lima**

## Resumo

No decorrer dos anos, a segurança do trabalho, bem como a proteção contra incêndio, avança positivamente, sendo importantíssima para a proteção, tanto de patrimônio, como, mais importante ainda, da vida humana. Este trabalho, tem como objetivo, analisar e comparar, dois projetos de prevenção de incêndio, de um mesmo edifício, com alteração quanto ao seu uso, tomando como base as normas técnicas e a legislação, exigidas pelo Corpo de Bombeiros do Estado do Paraná.

Palavras-chave: Classe, Fogo, Segurança.

## Abstract

Over the years, work safety as well as fire protection has advanced positively and is very important for the protection of both heritage and, most importantly, human life. This paper aims to analyze and compare two fire prevention projects in the same building, with changes in their use, based on the technical standards and legislation required by the Paraná State Fire Department.

Keywords: Class, Fire, Security.





## INTRODUÇÃO

Acidentes envolvendo incêndios, são relatados historicamente, e são causadores de grandes perdas. No Brasil, infelizmente, com frequência, temos conhecimento de incêndios, e de perda de vidas e prejuízos financeiros, principalmente na área urbana, e ainda assim a sociedade não produziu uma política de proteção contra incêndio (LUZ NETO, 1995).

Realidade, que foi alterada, e a área de segurança ganhou impulso no país, quando ocorreram incêndios de grandes proporções, como no Edifício Joelma, que teve repercussão internacional (ONO, 2007).

Ao longo do tempo, a partir desses acidentes, foram surgindo normas, com o intuito de minimizar esses eventos. Apesar de terem uma definição parecida, o fogo conforme Brentano (2004), é uma reação química, chamada de combustão, uma oxidação rápida entre o combustível, que pode ser líquido, sólido ou gasoso, e o oxigênio presente no ar, provocado por uma fonte de calor. É comum o fogo ser usado em benefício do próprio homem, o incêndio por sua vez, é a destruição causada pelo fogo, quando esse está fora de controle (ARAUJO, 2014).

Um Projeto de Prevenção e Combate a Incêndio tem como principais objetivos, a proteção da vida humana, a proteção do patrimônio, e em seguida, a continuidade do processo de produção (BRENTANO, 2011).

Segundo Ferigolo (1977) nada mais fácil, importante e eficiente que planejar a prevenção do incêndio no momento em que a edificação está sendo projetada. Porém muitas vezes nos deparamos com uma construção já edificada, em que se leva em consideração a classificação da edificação e área de risco quanto à ocupação, conforme o Código de Segurança contra Incêndio e Pânico – CSCIP, que dispõe sobre as medidas de prevenção e combate a incêndio e a desastres nas edificações, estabelecimentos, áreas de risco e eventos temporários, atendendo ao previsto no artigo 144 § 5º da Constituição Federal, ao artigo 48 da Constituição Estadual, ao disposto na Lei Estadual nº 19.449 de 5 de abril de 2018 e Decreto Estadual nº 11.868 de 03 de dezembro de 2018.



## APLICAÇÃO DA METODOLOGIA

No presente trabalho, é feita uma comparação do projeto de prevenção de incêndio, de um mesmo edifício, o qual inicialmente era residencial, e foi transformado em uma clínica, segundo o Código de Segurança contra Incêndio e Pânico – CSCIP. Usando como base a Tabela a seguir, retirada, do mesmo código.

GRUPO	OCUPAÇÃO/ USO	DESCRIÇÃO	EXEMPLOS
Residencial	A-1	Habitação unifamiliar	Casas térreas ou assobradadas (isoladas e não isoladas) e condomínios horizontais
	A-2	Habitação multifamiliar	Edifícios de apartamento em geral
	A-3	Habitação coletiva	Pensionatos, internatos, alojamentos, mosteiros, conventos, residências geriátricas. Capacidade máxima de 16 leitos
Serviço de Hospedagem	B-1	Hotel e assemelhado	Hotéis, motéis, pensões, hospedarias, pousadas, albergues, casas de cômodos, divisão A-3 com mais de 16 leitos
	B-2	Hotel residencial	Hotéis e assemelhados com cozinha própria nos apartamentos (incluem-se <i>apart-hotéis</i> , <i>flats</i> , hotéis residenciais)
Comercial	C-1	Comércio com baixa carga de incêndio (até 300 MJ/m <sup>2</sup> )	Artigos de metal, louças, artigos hospitalares e outros
	C-2	Comércio com média e alta carga de incêndio (acima de 300 MJ/m <sup>2</sup> )	Edifícios de lojas de departamentos, magazines, armazinhos, galerias comerciais, supermercados em geral, mercados e outros
	C-3	<i>Shopping centers</i>	Centro de compras em geral ( <i>shopping centers</i> )



Serviço profissional	D-1	Local para prestação de serviço profissional ou condução de negócios	Escritórios administrativos ou técnicos, instituições financeiras (que não estejam incluídas em D-2), repartições públicas, cabeleireiros, centros profissionais, <i>call center</i> e assemelhados
	D-2	Agência bancária	Agências bancárias e assemelhados
	D-3	Serviço de reparação (exceto os classificados em G-4)	Lavanderias, assistência técnica, reparação e manutenção de aparelhos eletrodomésticos, chaveiros, pintura de letreiros e outros
	D-4	Laboratório	Laboratórios de análises clínicas sem internação, laboratórios químicos, fotográficos e assemelhados
Educacional e cultura física	E-1	Escola em geral	Escolas de primeiro, segundo e terceiro grau, cursos supletivos e pré-universitário e assemelhados
	E-2	Escola especial	Escolas de artes e artesanato, de línguas, de cultura geral, de cultura estrangeira, escolas religiosas e assemelhados
	E-3	Espaço para cultura física	Locais de ensino e/ou práticas de artes marciais, natação, ginástica (artística, dança, musculação e outros) esportes coletivos (tênis, futebol e outros que não estejam incluídos em F-3), sauna, casas de fisioterapia e assemelhados. Sem arquibancadas
	E-4	Centro de treinamento profissional	Escolas profissionais em geral
	E-5	Pré-escola	Creches, escolas maternas, jardins de infância
	E-6	Escola para portadores de necessidades especiais	Escolas para excepcionais, deficientes visuais e auditivos e assemelhados

Local de Reunião de Público	F-1	Local onde há objeto de valor inestimável	Museus, centro de documentos históricos, galerias de arte, bibliotecas e assemelhados
	F-2	Local religioso e velório	Igrejas, capelas, sinagogas, mesquitas, templos, cemitérios, crematórios, necrotérios, salas de funerais e assemelhados
	F-3	Centro esportivo e de exibição	Arenas em geral, estádios, ginásios, piscinas, rodeios, autódromos, sambódromos, pista de patinação e assemelhados. Todos com arquibancadas
	F-4	Estação e terminal de passageiro	Estações rodoferroviárias e marítimas, portos, metrô, aeroportos, heliponto, estações de transbordo em geral e assemelhados
	F-5	Arte cênica e auditório	Teatros em geral, cinemas, óperas, auditórios de estúdios de rádio e televisão, auditórios em geral e assemelhados
	F-6	Casas de shows	Casas de shows, casas noturnas, boates e assemelhados
	F-7	Construção provisória e eventos temporários	Eventos temporários, circos e assemelhados
	F-8	Local para refeição	Restaurantes, lanchonetes, bares, cafés, refeitórios, cantinas e assemelhados
	F-9	Recreação pública	Jardim zoológico, parques recreativos e assemelhados
	F-10	Exposição de objetos ou animais	Salões e salas para exposição de objetos ou animais. Edificações permanentes
	F-11	Clubes sociais e diversão	Clubes em geral, restaurantes dançantes, clubes sociais, bingo, bilhares, clube de tiro, centro de eventos, boliche e assemelhados

Serviço automotivo e assemelhados	G-1	Garagem sem acesso de público e sem	Garagens automáticas, garagens com manobristas
	G-2	Garagem com acesso de público e sem abastecimento	Garagens coletivas sem automação, em geral, sem abastecimento (exceto veículos de carga e coletivos)
	G-3	Local dotado de abastecimento de combustível	Postos de abastecimento e serviço, garagens (exceto veículos de carga e coletivos)
	G-4	Serviço de conservação, manutenção e reparos	Oficinas de conserto de veículos, borracharia (sem recauchutagem). Oficinas e garagens de veículos de carga e coletivos, máquinas agrícolas e rodoviárias, retificadoras de motores
	G-5	Hangares	Abrigos para aeronaves com ou sem abastecimento
	G-6	Marinas	Marinas, iates-clubes, garagens náuticas

Serviço de saúde e institucional	H-1	Hospital veterinário e assemelhados	Hospitais, clínicas e consultórios veterinários e assemelhados (inclui-se alojamento com ou sem adestramento)
	H-2	Local onde pessoas requerem cuidados especiais por limitações físicas ou mentais	Asilos, orfanatos, abrigos geriátricos, hospitais psiquiátricos, reformatórios, tratamento de dependentes de drogas, álcool. E assemelhados. Todos sem celas
	H-3	Hospital e assemelhado	Hospitais, casa de saúde, pronto-socorros, clínicas com internação, ambulatórios e postos de atendimento de urgência, postos de saúde e puericultura e assemelhados com internação
	H-4	Edificações das forças armadas e policiais	Quartéis, delegacias, postos policiais e assemelhados
	H-5	Local onde a liberdade das pessoas sofre restrições	Hospitais psiquiátricos, manicômios, reformatórios, prisões em geral (casa de detenção, penitenciárias, presídios) e instituições assemelhadas. Todos com celas
	H-6	Clínica e consultório médico e odontológico	Clínicas médicas, consultórios em geral, unidades de hemodiálise, ambulatórios e assemelhados. Todos sem internação



Industrial	I-1	Locais onde as atividades exercidas e os materiais utilizados apresentam baixo potencial de incêndio. (carga de incêndio)	Atividades que utilizam pequenas quantidades de materiais combustíveis. Aço, aparelhos de rádio e som, armas, artigos de metal, gesso, esculturas de pedra, ferramentas, jóias, relógios, sabão, serralheria, suco de frutas, louças, máquinas, olaria (cerâmica), criadouros de animais (porcos, aves, gado, etc)
	I-2	Locais onde as atividades exercidas e os materiais utilizados apresentam médio potencial de incêndio. (carga de incêndio acima de 300MJ/m <sup>2</sup> e até 1.200MJ/m <sup>2</sup> )	Artigos de vidro, automóveis, bebidas destiladas, instrumentos musicais, móveis, alimentos, marcenarias, fábricas de caixas
	I-3	Locais onde há alto risco de incêndio. (carga de incêndio superior a 1.200 MJ/m <sup>2</sup> )	Atividades industriais que envolvam inflamáveis, materiais oxidantes, ceras, espuma sintética, grãos, tintas, borracha, processamento de lixo
Depósito	J-1	Depósitos de material incombustível	Edificações sem processo industrial que armazenam tijolos, pedras, areias, cimentos, metais e outros materiais incombustíveis. Todos sem embalagem
	J-2	Todo tipo de Depósito	Depósitos com carga de incêndio até 300MJ/m <sup>2</sup>
	J-3	Todo tipo de Depósito	Depósitos com carga de incêndio acima de 300MJ/m <sup>2</sup> até 1.200MJ/m <sup>2</sup>
	J-4	Todo tipo de Depósito	Depósitos onde a carga de incêndio ultrapassa a 1.200MJ/m <sup>2</sup>
Explosivo	L-1	Comércio	Comércio em geral de fogos de artifício e assemelhados
	L-2	Indústria	Indústria de material explosivo
	L-3	Depósito	Depósito de material explosivo

Especial	M-1	Túnel	Túnel rodoferroviário e marítimo, destinados a transporte de passageiros ou cargas diversas
	M-2	Líquido ou gás inflamáveis ou combustíveis	Edificação destinada a produção, manipulação, armazenamento e distribuição de líquidos ou gases inflamáveis ou combustíveis
	M-3	Central de comunicação e energia – equipamentos	Central telefônica, centros de comunicação, centrais de transmissão ou de distribuição de energia e assemelhados
	M-4	Propriedade em transformação	Locais em construção ou demolição e assemelhados
	M-5	Unidades de armazenamento e/ou beneficiamento de produtos agrícolas e insumos	Silos, armazéns de grãos a granel, fertilizantes e assemelhados
	M-6	Terra selvagem	Floresta, reserva ecológica, parque florestal e assemelhados
	M-7	Pátio de contêineres	Área aberta destinada a armazenamento de contêineres

Tabela 1 – Tabela de Classificação das edificações e áreas de risco quanto à ocupação  
Fonte: CSCIP(2018)





Analisando a Tabela 1 percebe-se que conforme se altera a classe quanto ao risco, mudam também as exigências, ainda conforme o Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico como mostra a Tabela 2.

Medidas de Segurança contra Incêndio	A												
	C			F-2		F-1			F-9	H-1	H-2	I	L
	D	B	E	F-4	F-3 F-7	F-5	F-11	F-6	F-10	H-4	H-3	J	1
	G			F-8						H-6	H-5		
	M3												
Controle de Materiais de Acabamento	-	X	-	X	X	X	X	X	-	-	X	-	X
Saídas de Emergência	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Iluminação de Emergência	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-
Sinalização de Emergência	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Extintores	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Brigada de Incêndio	-	-	X1	-	X3	-	X3	X3	-	-	X1	-	-
Detecção de incêndio	-	-	-	-	-	X2	X2	X2	-	-	-	-	-

X1: Exigido para lotação superior a 100 pessoas.

X2: Exigido para lotação superior a 200 pessoas, nos locais onde haja carga de incêndio como depósitos, escritórios, cozinhas, pisos técnicos, casa de máquinas etc. e nos locais de reunião onde houver teto ou forro falso com revestimento combustível.

X3: Exigido para lotação superior a 400 pessoas.

Tabela 2 – Exigências para edificações  
Fonte: CSCIP(2018)

Usando como base as tabelas acima, o resultado anterior à alteração de classe quanto ao risco, está disposto na Tabela 3.

<b>PLANO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO</b>					
<b>IDENTIFICAÇÃO DA EDIFICAÇÃO E/OU ÁREA DE RISCO</b>					
PAVIMENTO OU SETOR	OCUPAÇÃO	C.I. MJ/m <sup>2</sup>	Número de pavimentos	Pé direito (m)	Área (m <sup>2</sup> )
PAVTO INFERIOR	GARAGEM G-2	200	01	2,78	201,46
TÉRREO	GARAGEM G-2	200	01	2,78	201,46
PAVTO 01	APARTAMENTOS A-2	300	01	2,78	192,68
PAVTO 02	APARTAMENTOS A-2	300	01	2,78	192,68
PAVTO 03	APARTAMENTOS A-2	300	01	2,78	192,68
ALTURA: 9,82m		RISCO: RL		ÁREA TOTAL: 980,96	

Tabela 3 – Plano de Segurança anterior à alteração  
Fonte: Autor(2019)

O resultado após a alteração de classe quanto ao risco, está disposto na Tabela 4.

<b>PLANO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO</b>					
<b>IDENTIFICAÇÃO DA EDIFICAÇÃO E/OU ÁREA DE RISCO</b>					
PAVIMENTO OU SETOR	OCUPAÇÃO	C.I. MJ/m <sup>2</sup>	Número de pavimentos	Pé direito (m)	Área (m <sup>2</sup> )
PAVTO INFERIOR	GARAGEM G-2	200	01	2,78	201,46
TÉRREO	GARAGEM G-2	200	01	2,78	201,46
PAVTO 01	CLÍNICA H-6	300	01	2,78	192,68
PAVTO 02	CLÍNICA H-6	300	01	2,78	192,68
PAVTO 03	CLÍNICA H-6	300	01	2,78	192,68
ALTURA: 9,82m		RISCO: RL		ÁREA TOTAL: 980,96	

Após a modificação no projeto, as exigências quanto ao risco se alteram, porém o pavimento inferior e o térreo, permanecem na mesma classe (G-2), os pavimentos 01, 02 e 03 passam de A-2 para H-6, que apesar de classes diferentes, coincidentemente, possuem as mesmas exigências, conforme Tabela 2 que são:



Saídas de emergência, iluminação de emergência, sinalização de emergência, e extintores.

## CONCLUSÃO

Percebe-se que a prevenção de incêndio possui muitas particularidades na elaboração do projeto, não se prende apenas na estrutura da edificação, e sim, no uso da mesma. Mesmo sem alterações físicas na edificação, uma vez que o uso da mesma seja alterado, as exigências também são.

## Referências

ARAÚJO, G. M. Normas regulamentadoras comentadas e ilustradas: legislação de segurança e saúde do trabalho. 8 ed. **Brasil: GVC**, 2014. Volume 3. p. 2015-2084.

BRENTANO, Telmo., **Instalações Hidráulicas de Combate a Incêndios nas edificações**.4.ed. Porto Alegre, EDIPUCRS, 2011.

BRENTANO, Telmo., **Instalações Hidráulicas de Combate a Incêndios**. Porto Alegre, EDIPUCRS,2004.

CÓDIGO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO. **CSCIP**. Paraná. 2018. Disponível em <[http://www.bombeiros.pr.gov.br/sites/bombeiros/arquivos\\_restritos/files/documento/2018-12/cscip\\_-\\_codigo\\_de\\_seguranca\\_contra\\_incendio\\_e\\_panico\\_-\\_dez\\_2018.pdf](http://www.bombeiros.pr.gov.br/sites/bombeiros/arquivos_restritos/files/documento/2018-12/cscip_-_codigo_de_seguranca_contra_incendio_e_panico_-_dez_2018.pdf)>. Acesso em: 05 set. 2019.

FERIGOLO, Francisco Celestino. **Prevenção de incêndio**. Porto Alegre: Sulina, 1977

LUZ NETO, Manoel Altivo da. Condições de segurança contra incêndio. Brasília: Ministério da Saúde, 1995.

ONO, Rosaria. Parâmetros de garantia da qualidade do projeto de segurança contra incêndio em edifícios altos. **Ambiente Construído**. Porto Alegre, 2007.



## CAPÍTULO 5

# **CARACTERIZAÇÃO METROLÓGICA DIMENSIONAL DE CILINDRO DE LAMINAÇÃO UTILIZANDO MÁQUINA DE MEDIÇÃO DE FORMA**

DIMENSIONAL METROLOGICAL CHARACTERIZATION OF A HOT-  
ROLLING ROLL USING ROUNDNESS MEASURING MACHINE

**Douglas Mamoru Yamanaka**  
**Manuel António Pires Castanho**

## Resumo

**A** avaliação metrológica das características geométricas de um cilindro de laminação foi o objetivo deste trabalho. Foram realizadas medidas de diâmetro, retitude, paralelismo entre geratrizes, circularidade e cilindricidade, a fim de servirem como parâmetros na análise tribológica referente ao desgaste do cilindro. Para a realização das medições foi utilizada uma máquina de medição de forma e os resultados apresentados constituem parte do trabalho final da análise de desgaste do cilindro, fabricado a partir de uma determinada liga em estudo.

Palavras-chave: Cilindro; Diâmetro; Circularidade; Desgaste; Máquina de medição de forma.

## Abstract

**T**he metrological evaluation of geometrical characteristics of a hot rolling roll was the purpose of this work. Diameter, straightness, parallelism between generatrices, circularity and cylindricity measurements were carried out, in order to serve as parameters in tribological analysis for the wear in hot rolling. A roundness measuring machine was used and the results presented are part of the final work of the analysis of wear in the roll, manufactured from a particular alloy under study.

Keywords: Cylinder; Diameter; Roundness; Wear; Roundness measuring machine.



## INTRODUÇÃO

A caracterização metrológica dos elementos associados ao desgaste de um cilindro de laminação engloba diversos parâmetros os quais destacamos, dentre outros, a rugosidade superficial, a distribuição da temperatura no cilindro de laminação e a variação do mesmo durante o processo de laminação, a dureza e a avaliação dimensional.

Efeitos desejados e indesejados podem ser mais bem quantificados quando da análise experimental da textura superficial. Castro (2009), por exemplo, constatou variações na microestrutura do aço em função da rugosidade.

Análises da textura superficial podem ser realizadas por diversas técnicas. Para rugosidade, tradicionalmente, utiliza-se um rugosímetro portátil, pela sua praticidade e conveniência. Para micrografia, usualmente Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). Por exemplo, Gonçalves Jr (2012), em seu trabalho de análise do comportamento de modificações superficiais utilizadas em cilindros de laminação a frio, fez uso de MEV (por elétrons secundários e por elétrons retroespalhados) em conjunto com Espectroscopia de Energia Dispersiva de Raios-X (EDX), além de interferômetro a laser tridimensional.

Mais recentemente, Oliveira (2019) quantificou metrologicamente a rugosidade superficial baseado na norma ISO 25178 (2010), que estabelece uma área de medição amostral ao invés de uma linha de medição amostral, este último conforme estabelecido pela NBR ISO 4287 (2002). Segundo Oliveira (2019), "As medições de rugosidade medida em 2D foram substituídas pela rugosidade 3D, o que proporcionou uma caracterização adequada da textura e topografia de superfície do material."

Ainda, muitos trabalhos têm sido direcionados às análises térmicas, sejam eles de natureza experimental (BRAGA, 2014), ou computacional (SOARES, 2010; LIRA JR, 2012; MOLZ, 2015). No IPT, Braga (2014) utilizou-se de instrumentação baseada em termopares para monitorar o comportamento de um cilindro de laminação em função das solicitações termomecânicas durante o processo de conformação. Diferentes temperaturas durante a operação de laminação influenciam diretamente na dureza da liga da qual é composta o cilindro de laminação.

A metrologia dimensional tem contribuído de forma significativa para a caracterização de padrões, peças e componentes com as mais diferentes geometrias e fabricados com os mais diversos tipos de materiais. Estas avaliações tem papel relevante não só na inspeção e aprovação de um produto, como também na orientação, validação e desenvolvimento de projetos de pesquisa. No estudo de materiais,



particularmente no desenvolvimento de novas ligas, a caracterização dimensional de cilindros de laminação por meio da quantificação do desgaste mostrou-se um dos pontos fundamentais para avaliar o desempenho de um cilindro de laminação fabricado a partir de novas ligas pesquisadas.

Análise de desgaste constitui um dos procedimentos realizados em tribologia. Dentre as metodologias de análise tribológica, a análise dimensional encontra-se entre uma das mais utilizadas. Com a evolução tecnológica e fabricação de máquinas de medição cada vez mais sofisticadas, atualmente é possível realizar experimentos relacionados a processos de conformação e usinagem e realizar análises com níveis de detalhamentos cada vez maiores, trazendo contribuições significativas na qualidade do desenvolvimento de pesquisas.

A caracterização metrológica de superfícies cilíndricas compreendeu diversos parâmetros (definidas nas ISO 1101:2017, ISO 12180-1:2011 e -2:2011, ISO 12181-1:2011 e -2:2011, e ISO 12780-1:2011 e -2:2011), e o equipamento que melhor caracterizou dimensionalmente a avaliação destes foi a máquina de medição de forma (MMF).

Neste trabalho foi utilizada uma MMF para determinação de diversos parâmetros de forma cilíndrica e circular, e para avaliar o desgaste de cilindros de laminação, os quais foram submetidos a situações de operação de trabalho.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Diversos podem ser os instrumentos a serem selecionados para medição de diâmetros, desde paquímetros, micrômetros ou fitas perimétricas para medições mais simples, passando por máquinas de medição lineares, até chegar às máquinas de medição por coordenadas (MMC's), onde, além do diâmetro, informações referentes à forma também podem ser extraídas.

Extremamente utilizado, muitos têm sido os trabalhos envolvendo medições de diâmetros, desvios de forma e suas respectivas análises, com o uso de MMC's. Vantagens e limitações, assim como com qualquer outro instrumento de medida, podem ser enumeradas. Por exemplo, para medições onde o tempo é crucial, medições ponto-a-ponto com posterior interpolação dos pontos podem ser perfeitamente realizadas numa MMC. Porém, existe uma relação inversamente proporcional entre o número de pontos e a confiabilidade do resultado da medição, conforme podemos constatar no trabalho relativo a medições discretas desenvolvido por Stocco (2013). Schmidt (2005), em seu trabalho a respeito da análise dos efeitos de filtragem envolvendo escaneamento circular em MMC's, cita como uma das vantagens a possibilidade de medição de superfícies inclinadas no espaço, algo impossível de ser realizado em uma MMF. Cita negativamente como fatores de influência no resultado final a quantidade de pontos, a velocidade de apalpação, o diâmetro do artefato e o cabeçote medidor utilizado. Sobre este último, advém uma fonte de erro bastante conhecida na medição circular em MMC, que se refere ao padrão

de erro tri-lobular. Ainda, conforme Souza (2001), a confiabilidade dos resultados obtidos em MMC's está afetada diretamente pela estratégia de medição utilizada, o que sugere influências de natureza subjetiva num procedimento de medição previamente desenvolvido. May (2007) quantificou tais influências correlacionando desvios de forma com a estratégia de medição utilizada.

Para o desenvolvimento deste trabalho foi selecionada uma MMF (Talyrond 565) com a qual foram realizadas as medições. Apesar de ser exclusivamente utilizada para avaliação dos desvios de forma cilíndrica e circular, uma vez que foi projetada para tal fim, pouco ou quase nenhum trabalho é desenvolvido e/ou publicado no que se refere à medição de diâmetros. Fernandes (2014) e Obara (2018) realizaram trabalhos de avaliação em geometrias cilíndricas, porém Fernandes valeu-se de uma MMC para medição diametral, enquanto que Obara baseou o seu trabalho em técnicas micrográficas.

Este trabalho apresenta uma aplicação prática envolvendo as costumeiras avaliações geométricas dimensionais e de tolerância efetuadas pela MMF, além da determinação dos diâmetros ao longo do corpo do cilindro.

O escopo do trabalho envolveu a análise de diferentes ligas ao longo de mais de dois anos de estudo, perfazendo diversos pares de cilindros de laminação testados e avaliados. Os resultados aqui apresentados referem-se a um único cilindro em particular, escolhido aleatoriamente.

Para completa avaliação do cilindro (EURAMET, 2011), foram medidos os diâmetros, os desvios de circularidade, de retitude, de paralelismo entre geratrizes opostas e de cilíndricidade.

As medições foram conduzidas em três etapas. Entre cada etapa, o cilindro sofreu esforços de laminação, com conseqüente desgaste de sua superfície. Foi realizada uma medição completa inicial, uma intermediária e uma final, perfazendo três ciclos completos. Para cada ciclo, inicialmente, o apalpador foi ajustado com um padrão de circularidade e com um padrão de amplificação radial, ambos calibrados, de maneira a estabelecer as devidas referências da máquina.

Foram medidas 37 circunferências, com distância de 5 mm entre as mesmas. O comprimento entre a primeira e a última circunferência foi de 180 mm. A figura 1 apresenta a montagem do cilindro de laminação na MMF.





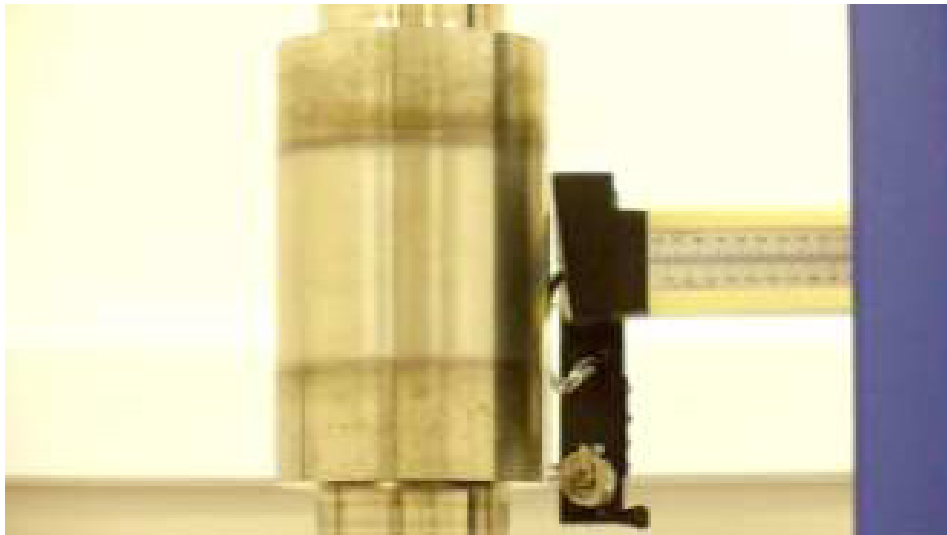


Figura 1 - Medição do cilindro (apalpador posicionado para medição da 1ª circunferência)

Na medição dos desvios de retitudes, foram avaliados comprimentos amostrais de 180 mm com ângulos de  $22,5^\circ$  entre as medições, perfazendo um total de 16 geratrizes medidas.

O paralelismo foi calculado a partir das retas obtidas nas medições de retitude, sendo avaliadas geratrizes opostas de  $180^\circ$ , perfazendo um total de 8 análises de paralelismo. A cilindricidade foi calculada pela composição das 37 circunferências obtidas durante a avaliação dos desvios de circularidades. Nas análises dos desvios de circularidade, de retitude, de paralelismo entre geratrizes opostas e de cilindricidade, todos os valores foram ajustados pelo método dos mínimos quadrados (LSC), (LSL), conforme RICHTLINIE DKD-R 4-4 (2018) e TAYLOR HOBSON (2011).

## RESULTADOS

Os resultados das medições dos diâmetros (1º ciclo), do desvio de circularidade (1º ciclo), da retitude (dos 3 ciclos), do paralelismo entre geratrizes opostas (dos 3 ciclos) e do desvio de cilindricidade (dos 3 ciclos) do cilindro de laminação para a metodologia descrita neste trabalho são apresentados na sequência. As definições dos termos empregados e extraídos das normas correspondentes foram apresentadas em forma de tradução livre.

### Diâmetro

Os resultados das medições dos diâmetros pertinentes ao ciclo inicial são mostrados na figura 2. Os valores de diâmetro são referentes à altura do cilindro de laminação, a partir da base.

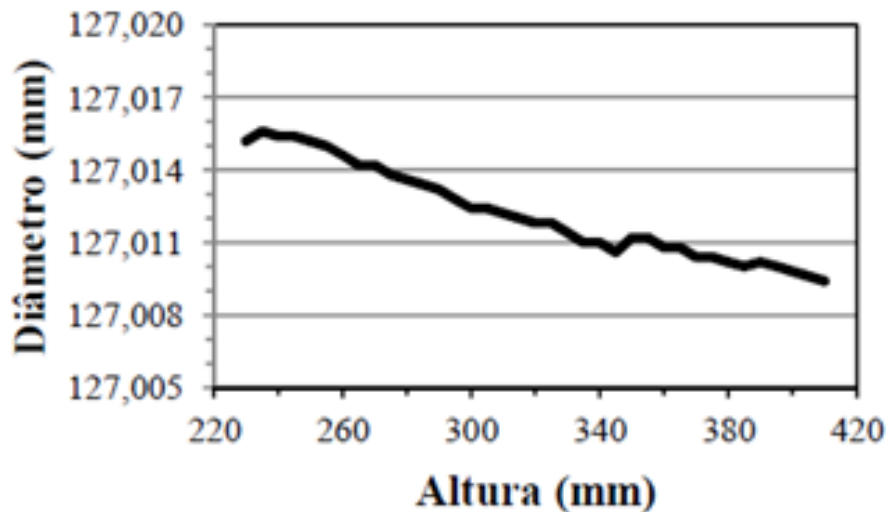


Figura 2 - Diâmetros medidos em relação à altura do cilindro

A medição inicial dos diâmetros ao longo de uma geratriz indica um valor máximo igual a  $D_{\text{máx}} = 127,016$  mm, e um valor mínimo igual a  $D_{\text{mín}} = 127,009$  mm. Isto representa uma amplitude ( $D_{\text{máx}} - D_{\text{mín}}$ ) igual a 0,007 mm, para um comprimento de 180 mm. Esta amplitude indica uma ligeira conicidade inicial. Adiante, veremos que esta diferença na fabricação do cilindro de laminação tende a ser desprezível, comparativamente aos valores de desgaste apresentados durante as campanhas realizadas.

## Retitude

De acordo com a ISO 12780-1 (2011), o desvio de retitude pico-vale corresponde ao "ao maior valor positivo do desvio de retitude local somado ao maior valor negativo (em módulo) do desvio de retitude local", sendo, desvio de retitude local, o "desvio de um ponto no perfil de retitude da linha de referência, este desvio sendo normal à linha de referência".

As figuras 3a a 3c mostram gráficos de retitude de uma geratriz relativos aos três ciclos, na posição angular  $0^\circ$ . Os valores de desvios de retitude referem-se à posição angular do cilindro.

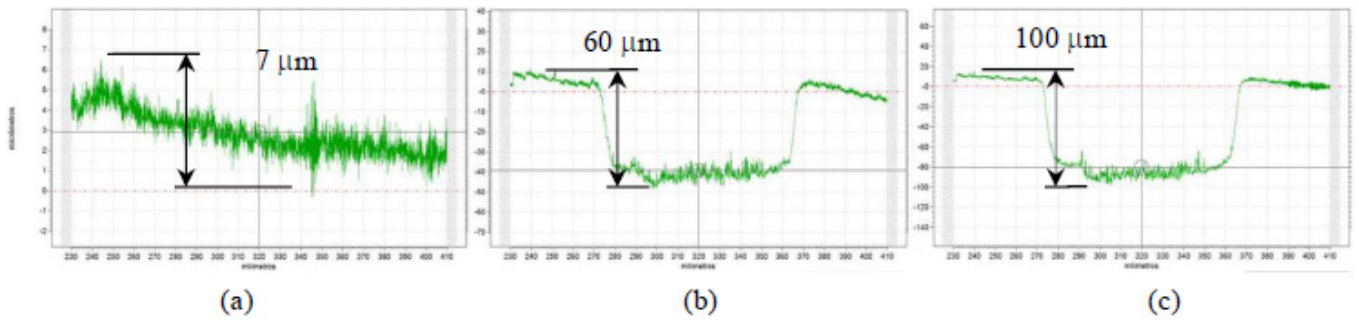


Figura 3 - Gráficos de retitude: (a) 1º ciclo; (b) 2º ciclo; (c) 3º ciclo

Valores de retitude de geratrizes indicam uma tendência de desgaste uniforme; entre o primeiro ciclo e o segundo, o valor aumentou de 7 mm para 60 mm, um  $\Delta$  de 53 mm; do segundo para o terceiro ciclo, a diferença foi de  $\Delta = 40$  mm. No entanto, somente valores de retitude são inconclusivos, fornecem apenas um parâmetro para que, em conjunto com os outros parâmetros mensurados, estabeleçam bases sólidas para uma análise mais detalhada e completa acerca do estudo proposto por este projeto.

## Paralelismo

A ISO 1101 (2017) define paralelismo em termos de tolerância de uma linha em relação a um sistema de referência, sendo que o campo de tolerância é limitado por dois planos distintos e paralelos entre si, afastados de uma distância  $t$ . Os planos deverão ser paralelos às referências especificadas e também devem ser orientados na direção especificada.

As figuras 4a a 4c apresentam gráficos de paralelismo dos três ciclos, das geratrizes a  $0^\circ$  e a  $180^\circ$ . Os desvios de paralelismo referem-se aos pares dos desvios de retitude formados entre geratrizes opostas de  $180^\circ$ .

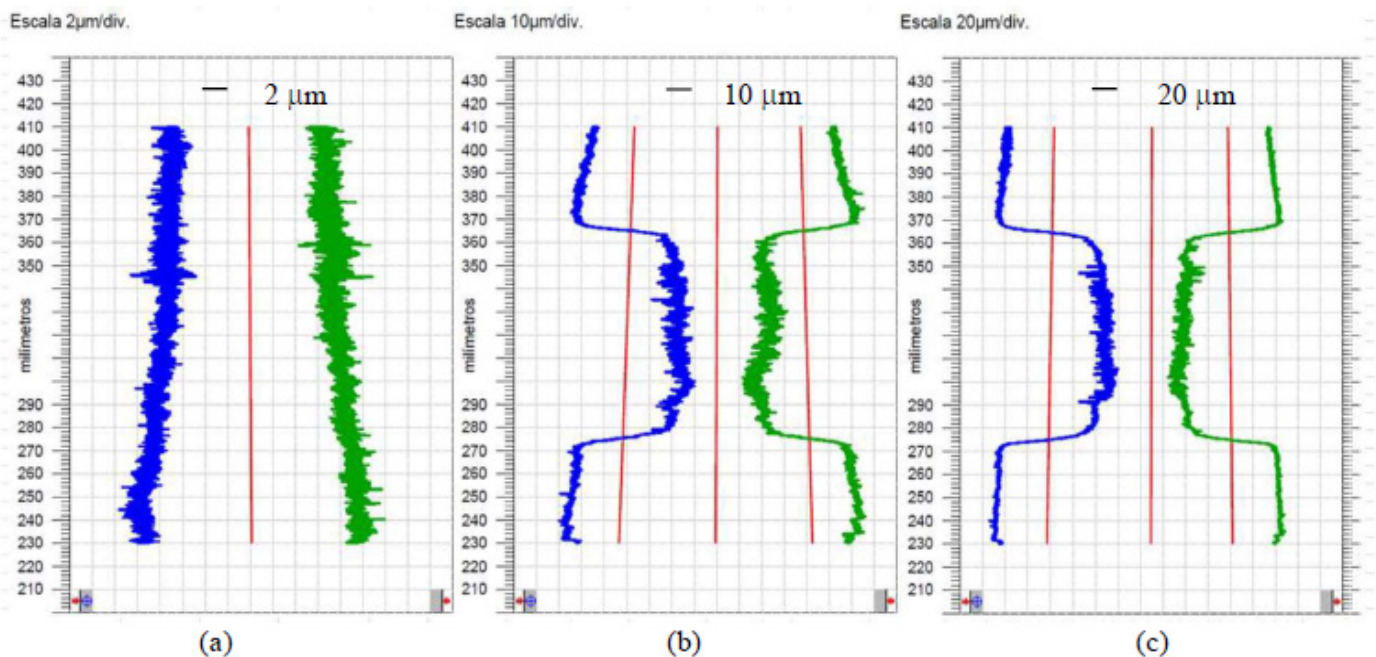


Figura 4 - Gráficos de paralelismo: (a) 1º ciclo; (b) 2º ciclo; (c) 3º ciclo

O entendimento relativo ao avanço geométrico do desgaste fica mais fácil após uma primeira interpretação dada pela visualização dos perfis de paralelismo dos gráficos acima. A partir do segundo gráfico, torna-se acentuado o desgaste na região central, situação consolidada após o terceiro ciclo.

## Circularidade

De acordo com a ISO 12181-1 (2011), o desvio de circularidade pico-vale corresponde ao "ao maior valor positivo do desvio de circularidade local somado ao maior valor negativo (em módulo) do desvio de circularidade local", sendo, desvio de circularidade local, a "mínima distância de um ponto do perfil de circularidade ao círculo de referência".

A figura 5 mostra um gráfico de circularidade do ciclo inicial na região central do cilindro.

Escala 5 $\mu$ m/div.

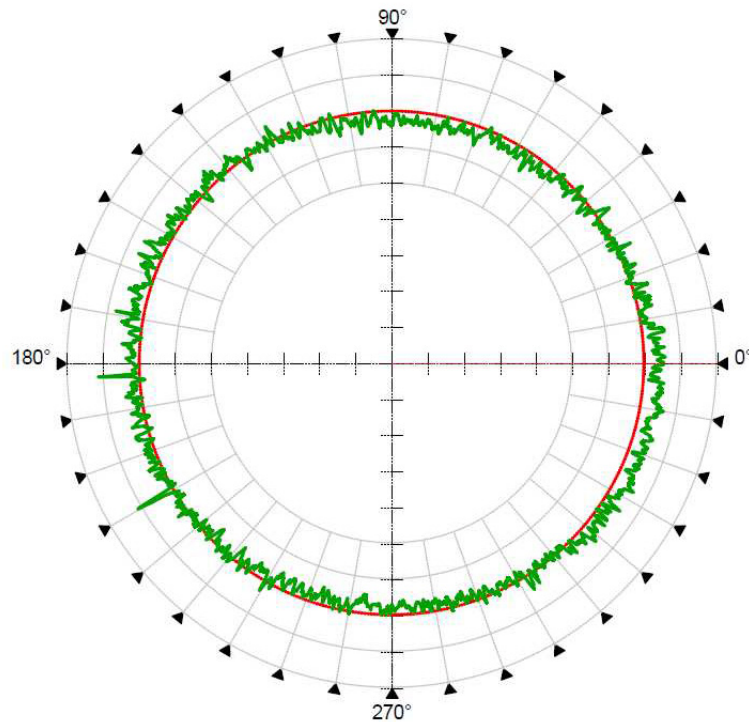


Figura 5 - Gráfico de circularidade

Os dados obtidos dos diâmetros foram extraídos dos gráficos dos desvios de circularidade, mensurados a cada 5 mm, conforme anteriormente mencionado. Valores crescentes de circularidade podem indicar tendências de ovalização do perfil circular, podendo ser indicativo de desgaste não uniforme durante a operação de laminação. Excentricidades no giro do cilindro ou desbalanceamentos oriundos de desalinhamentos na montagem do cilindro podem ser possíveis causas para gráficos de desvios de circularidade onde a circunferência plotada tem sua ovalização cada vez mais acentuada.

### 3.5 Cilindricidade

De acordo com a ISO 12180-1 (2011), o desvio de cilindridade pico-vale corresponde ao "ao maior valor positivo do desvio de cilindridade local somado ao maior valor negativo (em módulo) do desvio de cilindridade local", sendo, desvio de cilindridade local, o "desvio de um ponto na superfície da cilindridade do cilindro de referência, este desvio sendo normal ao cilindro de referência".

A partir das 37 circunferências obtidas em cada um dos 3 ciclos, foi utilizada a estratégia de cálculo da cilindridade pela medição dos perfis de circularidade (ISO 12180-2, 2011). Os cilindros formados para cada ciclo podem ser observados nas figuras 6a a 6c.

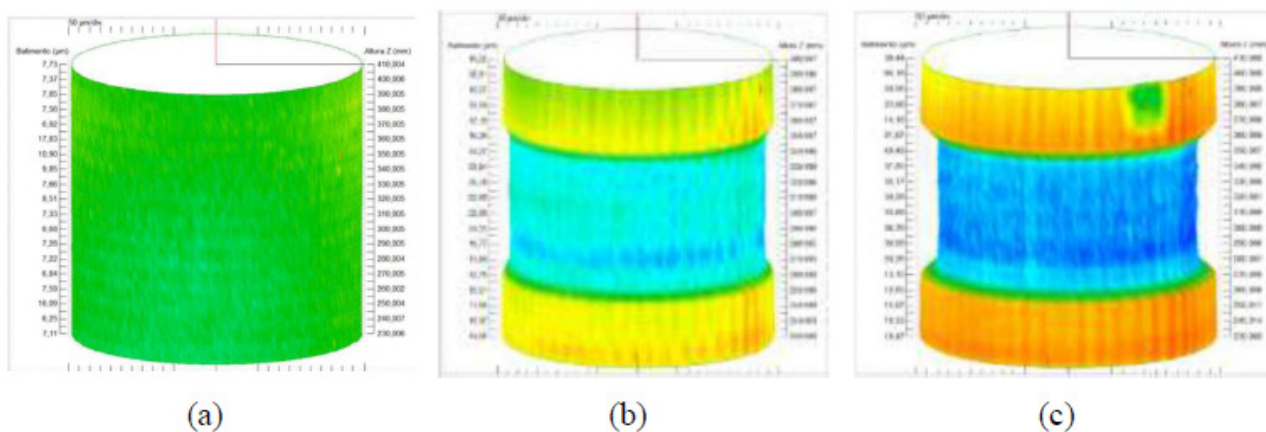


Figura 6 - Cilindros virtuais formados: (a) 1º ciclo; (b) 2º ciclo; (c) 3º ciclo

Os gráficos dos cilindros para cada ciclo de laminação ilustram claramente em imagens 3D cada estágio de desgaste. Ao contrário dos outros parâmetros de forma apresentados anteriormente, torna-se possível rotacionar em 360º o cilindro em torno de seu próprio eixo e desta maneira visualizar e quantificar localmente e globalmente a uniformidade (ou não) do volume subtraído entre um ciclo e outro.

## Análise dos resultados experimentais

A tabela 1 abaixo apresenta os valores de cada um dos parâmetros geométricos medidos com as suas respectivas incertezas.

Parâmetro	1º		2º		3º	
	U		U		U	
Circularidade	5	2	17	4	26	7
Retitude	7	3	58	5	105	6
Paralelismo	6	2	11	3	11	5
Cilindricidade	15	3	79	5	126	6

(\*) Valores em mm.  
Tabela 1 – Resultados.

A partir dos dados dos diâmetros calculados, um gráfico com perfil de geratrizes foi gerado (figura 7).

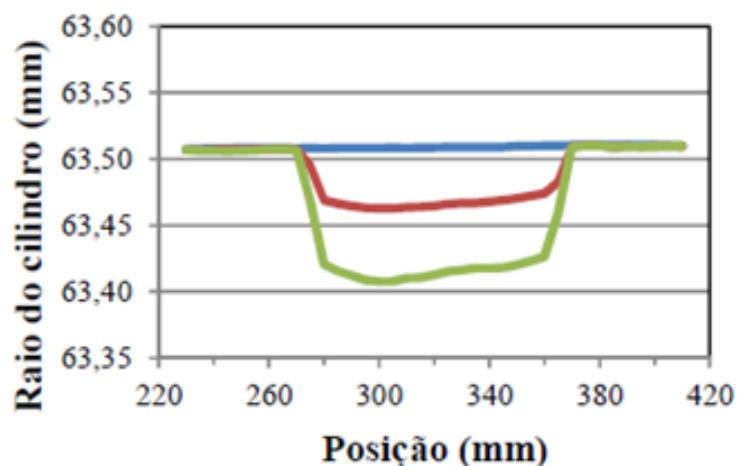


Figura 7 - Raios medidos para cada ciclo

A linha azul corresponde à primeira medição do cilindro; a vermelha, ao primeiro ciclo de desgaste, onde podemos estimar valores de perda de material na direção radial próximos a  $(0,045 \pm 0,006)$  mm; finalmente, a linha verde corresponde ao 2º ciclo de desgaste, onde se denota um valor de  $(0,052 \pm 0,008)$  mm de desgaste na direção do raio. Somando-se os dois ciclos, teremos um valor de desgaste de  $(0,097 \pm 0,010)$  mm. Desta forma, pode-se facilmente quantificar o desgaste para cada campanha, que corresponderá ao volume inicial do cilindro menos a integral volumétrica da casca cilíndrica, para cada situação.

## CONCLUSÃO

Foi possível realizarmos com sucesso medições e avaliações dimensionais e geométricas de um cilindro de laminação com o uso de uma MMF. Especial atenção foi observada para as medições dos diâmetros, que permitiram quantificar o volume de desgaste do cilindro de laminação após cada campanha.

Os parâmetros medidos foram obtidos com alto grau de confiabilidade devido ao processo de calibração e ajuste da sensibilidade do apalpador da máquina.

A metodologia empregada neste trabalho e os resultados alcançados a partir desta caracterização metrológica foram fundamentais para a tomada de decisão das pesquisas relacionadas às ligas estudadas, juntamente com outros métodos de avaliação de desempenho dos cilindros, não sendo objeto do presente trabalho. Desdobramentos experimentais deste projeto foram descritos por Gonçalves (2018), envolvendo as mesmas ligas, porém com estudos direcionados ao comportamento das mesmas quando submetidas a operações de forjamento.

## Referências

- BRAGA, A.P.V.; GONÇALVES, A.; BOCCALINI JR, M.C.; SOUZA, R.M. *et al.* Modernização do laminador de tiras a quente do IPT. **51º Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos**, Foz do Iguaçu, p. 92-101, 2014.
- CASTRO, N.A.; SANTOS, C.G.; COSTA, F.S.; BARBOSA, R.A.N.M. Efeito da rugosidade do cilindro de laminação de encruamento na textura cristalográfica de aço elétrico semiprocessado. **46º Seminário de Laminação**, Santos, 2009.
- Extent of Calibration for Cylindrical Diameter Standards, **EURAMET**, Germany, 2011.
- FERNANDES, K.A. Avaliação da qualidade dimensional e geométrica de cilindros de blocos de compressores herméticos usinados pelo processo de brunimento flexível. **Dissertação**, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2014.
- GONÇALVES, A.; YAMANAKA, D.M.; BRAGA, A.P.V.; SOUZA, R.M. *et al.* Experimental analysis of wear of hot-forging dies. **38º Senafor – 22ª Conferência Internacional do Forjamento**, Porto Alegre, 2018.
- GONÇALVES, JR, J.L.; MELLO, J.D.B. Avaliação tribológica do cromo duro e texturização aplicadas em aços para a fabricação de cilindros de laminação a frio. **Tecnol. Metal. Mater. Miner.**, v. 9, n. 4, p.336-344, 2012.
- ISO 1101: Geometrical product specifications (GPS) – Geometrical tolerancing – **Tolerances of form, orientation, location and run-out**, 2017.
- ISO 12180-1: Geometrical product specifications (GPS) – **Cylindricity** - Part 1: Vocabulary and parameters of cylindrical form, 2011.
- ISO 12180-2: Geometrical product specifications (GPS) – **Cylindricity** - Part 2: Specification operators, 2011.
- ISO 25178: Geometric Product Specifications (GPS) – **Surface texture: areal**, 2010.
- ISO 12181-1: Geometrical product specifications (GPS) – **Roundness** – Part 1: Vocabulary and parameters of roundness, 2011.
- ISO 12181-2: Geometrical product specifications (GPS) – **Roundness** – Part 2: Specification operators, 2011.
- ISO 12780-1: Geometrical product specifications (GPS) – **Straightness** – Part 1: Vocabulary and parameters of straightness, 2011.
- ISO 12780-2: Geometrical product specifications (GPS) – **Straightness** – Part 2: Specification operators, 2011.
- LIRA JR, J.C. Análise numérica do processo de transferência de calor em cilindros de laminação: um estudo paramétrico. **Tese**, Universidade Federal de Pernambuco, 2012.
- MAY, F.P. Incertezas na medição por coordenadas com ênfase na contribuição da forma da peça e da estratégia de medição. **Dissertação**, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.
- MOLZ, I,J. Análise do comportamento térmico de um cilindro de laminação. **Monografia de conclusão de curso**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015.
- NBR ISO 4287: Especificações geométricas do produto (GPS) – **Rugosidade: Método do perfil – Termos, definições e parâmetros de rugosidade**, 2002.
- OBARA, R.B. Avaliação do desgaste em cilindros de motores de combustão interna – Mapeamento de mecanismo e quantificação do desgaste. **Tese**, Universidade de São Paulo, 2018.
- OLIVEIRA, A.F. Avaliação crítica do revestimento de cromo duro em cilindros de laminação a frio. **Tese**, Universidade de São Paulo, 2019.





SCHMIDT, A. Análise dos efeitos da filtragem na medição de circularidade em máquinas de medir por coordenadas utilizando *scanning*. **Dissertação**, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

SOUSA, A.R.; SCHNEIDER, C.A.; MAAS, G.A. Recomendações para uma utilização eficiente e confiável da medição por coordenadas. **Máquinas e Metais**, 2001.

STOCO, W.H. Proposta de metodologia de medição para máquinas de medir por coordenadas – MMC: influência do número de pontos de medição na obtenção de erros de forma. **20º Simpósio de Engenharia de Produção**, Bauru, 2013.

TAYLOR HOBSON. **Exploring roundness – A fundamental guide to the measurement of cylindrical form**. 3. ed. Leicester, 2011.

Richtlinie DKD-R 4-4, **Kalibrieren von Normalen und Messgeräten für die Formmesstechnik**, 2018.

SOARES, I.R. Simulação por elementos finitos da etapa de desbaste na laminação de longos. **Dissertação**, Universidade Federal de Minas Gerais, 2010.



## CAPÍTULO 6

# **MANEIRAS DE SE EVITAR O PROCESSO DE CORROSÃO NOS TRILHOS DA VALE S.A.**

WAYS TO AVOID CORROSION PROCESSING IN VALE S.A.

**Israel Conceição Rocha**

**Rafael Lemos Diniz**

**Lucas Santos de Oliveira**

**Alberth Rodolfo Ferreira Viana**

**Paulo Henrique Pereira Araújo**

**Marcos Antônio Pinheiro Ponçadilha**

## RESUMO

A companhia VALE S.A., movimenta milhares de toneladas de minério por dia, essa mesma companhia representa uma maneira de locomoção rápida e eficaz para milhões de passageiros. Mas para que esses feitos sejam concretizados a companhia possui uma extensa malha ferroviária (cerca de 900 quilômetros). Todo esse comprimento demanda constantes manutenções e trocas de trilhos desgastados, o que pode acarretar custos expressivos. Devido a isso, buscou-se formas de se suavizar o processo corrosivo que se mostra como um significativo fator de substituição de trilhos e manutenções nos mesmos. A galvanização pulverizada de alguns elementos específicos é, portanto, estudada e analisada para esta finalidade, e por fim sugerida a implementação desse processo de proteção anticorrosiva. Para tal aplicação, sugere-se a utilização de um veículo similar ao Truck Star, atendendo assim, todas as possíveis demandas do processo de proteção dos trilhos da companhia. Pinturas também se mostram como métodos de eficazes resultados, podendo se utilizar a configuração modificada do Truck Star para aplicação dos sistemas de pinturas.

Palavras-Chave: Corrosão, galvanização, trilhos.

## ABSTRACT

The company VALE S.A., moves thousands of tonnes of ore per day, this company represents a fast and effective way for locomotion for millions of passengers. But for these achievements to be realized a company has an extensive railway network (about 900 miles). This can lead to significant costs. Due to this, we sought ways to soften the corrosive process which shows as a factor of rail replacement and maintenance on them. A powdered galvanization of some components was therefore studied and analyzed for this purpose, and finally the implementation of the anticorrosion protection process was suggested. For this application, it is suggested to use a vehicle similar to Truck Star, thus meeting all requirements of the process of protecting the tracks of the company. Paintings are also shown as methods of results, and can use a modified configuration of the Truck Star for application of paint systems.

Keywords: Corrosion, galvanization, rails



## INTRODUÇÃO

O processo de corrosão é muito intenso e comum em se tratando de metais, se tornando um problema considerável e que requer atenção especial. No Brasil, de 60% (sessenta por cento) da produção interna de aço, dois terços (2/3) se transformam em sucata e um terço (1/3) é destruído pela corrosão, segundo (OLIVEIRA, 2012). Sendo assim, o estudo da corrosão engloba uma dimensão importante e que representa não apenas um âmbito estético, mas os custos provocados por ela (a corrosão), muitas vezes incalculáveis, que envolvem despesas com reposição de materiais, reparos de manutenção, proteção, mão de obra, energia e manutenção preventiva, chamados de custos diretos.

Se não bastasse esses problemas ocasionados pela corrosão, a mesma acarreta outros, chamados de custos indiretos. Vale ressaltar a existência destes e dá alguns exemplos, são eles: os acidentes, perdas de vida, qualidade, eficiência, contaminações e, ainda, outros custos que podem ser gerados pela corrosão, impossíveis de serem medidos e que se manifestam ao longo do tempo. Atualmente existem estimativas interessante que nos oferece números para visualizarmos em termos gerais o processo de corrosão, uma dessas estimativas afirma que em torno de 20% (vinte por cento) da produção industrial mundial de aços é destinada à reposição de materiais que sofrem corrosão.

Devido a isso faz-se necessário proteger a estruturas e elementos de aço carbono uma vez que os mesmos não possuem uma proteção específica à atmosfera agressiva, deixando-os suscetíveis ao processo de corrosão (GENTIL, 1987). Lembrando que a corrosão é o processo pelo qual o metal reage com os elementos do seu próprio meio formando assim um elemento não metálico como produto de tal reação. Como resultado da corrosão o metal perde suas propriedades mecânicas desejáveis para a referida aplicação em questão, propriedades essas que não permitem que o elemento ou peça desenvolva plenamente a sua tarefa ao qual foi projetado (RAMANATHAN, 2004). Um elemento ou peça que esteja em processo avançado de corrosão poderá, obviamente, ter suas dimensões reduzidas drasticamente (o que pode representar riscos a vida de operadores de maquinário e/ou usuários em geral que estejam próximo a tal elemento ou peça) afetando diretamente no desempenho de sua finalidade final (FURTADO, 2010). O metal pode receber um banho de zinco, seguido de um jato de nitrôgenio após o banho, em um processo chamado de galvanoplastia, e essa camada de zinco fará a proteção contra a corrosão (PINHÃO, 2000). A análise desse processo mostrou que o mesmo é inviável para se aplicar nos trilhos da VALE S.A. devido, entre outros motivos, a impossibilidade de se banhar os "trilhos" no zinco.



Percebe-se a importância da corrosão como ciência, já que está diretamente relacionada a custos e pelas suas relações com outras áreas científicas. É preciso então analisar a corrosão segundo os custos diretos e indiretos, já citados e em função do aproveitamento que se deseja obter ao se combater esse processo. Sem esquecer as características técnicas, a qualidade do material a ser protegido e sua aplicação. Em outras palavras, precisamos olhar a corrosão de forma integral, analisando assim todos os fatores que a influenciam, para uma visão geral. Por isso a importância de enxergá-la em sua forma de ciência metalúrgica.

Nesse contexto, faz-se necessário buscar cada vez mais maneiras de se evitar, nas mais diversas áreas, problemas desse tipo. A maioria das grandes empresas estão submetidas a obterem problemas dessa instância, em maior ou menor grau. Entre elas, podemos analisar com maiores detalhes a companhia VALE S.A., a mais significativa no estado do Maranhão e uma das líderes em seu segmento.

## **METODOLOGIA**

A VALE S.A. possui diversas máquinas suscetíveis ao processo de corrosão, entretanto, os trilhos de transporte do minério são bem extensos (mais de 900 quilômetros), se prolongando por cidades, o que os torna fonte de uma pesquisa e/ou análise promissora envolvendo a corrosão. Esses trilhos estão sempre expostos ao ar e, às vezes, a água também, o que nos oferece um bom ponto de partida num estudo em busca de formas alternativas de diminuir os efeitos desses potenciais eletrólitos, que favorecem a corrosão e são indispensáveis para o andamento desse processo. O propósito é encontrar um elemento químico que impeça de forma eficiente e viável a corrosão e aplica-lo de maneira favorável, considerando todos os parâmetros possíveis. Não foi conseguido identificar por meio dos estudos realizados nas literaturas, forma mais eficaz do que pinturas e processos de decomposição de metais sobre metais (galvanização). Mas vale lembrar, que existem muitas outras maneiras de se evitar o processo corrosivo.

## **Procedimento experimental**

Os trilhos da Estrada de Ferro Carajás (EFC), são provenientes de diversos países, como por exemplo: Brasil, Polônia, Canadá, Japão. A VALE S.A. substitui os trilhos desgastados sempre que necessário, o que se torna um processo contínuo. A corrosão é um dos principais motivos para a troca dos trilhos, pois, esse referido processo causa desgaste que pode ocasionar buracos nos trilhos, dependendo do estado de avançamento do processo. Estes buracos, podem ocasionar acidentes e claro atrasos na entrega dos pedidos aos clientes, causando transtornos, perda de confiabilidade na companhia e prejuízos financeiros. Os trilhos precisam suportar grandes tensões (capacidade para transportar 40 mil toneladas) e por momentos



contínuos, já que a locomotiva da VALE S.A. possui cerca de 3500 metros de comprimento e um total de 330 vagões. Devido a isso, o aço se torna o material mais adequado para tal aplicação.

O trilho deve ter propriedades mecânicas que satisfaçam os atributos requeridos para este uso tão exigente. Propriedades estas como; tenacidade, dureza, elasticidade e resistência à flexão. Após esclarecido todos estes pontos, atentou-se para a composição do aço para trilhos, com o intuito de entendermos a fundo o processo corrosivo nesses componentes. O ferro é o principal, cerca de 98 %, o elemento base. Outros componentes são; o manganês (aumenta a dureza), o carbono (aumenta a resistência) e o silício (aumenta a resistência à ruptura sem sacrificar a tenacidade ou ductibilidade). Em sua estrutura interna, os segmentos dos trilhos podem possuir diversas discontinuidades, tais como inclusões não metálicas, que aliados às condições severas de trabalho podem nuclear defeitos que levam o material ao colapso estrutural e influenciam no processo de corrosão. Finalmente, após todos os fatores e parâmetros considerados, buscou-se a forma mais eficiente de se evitar o processo corrosivo e chegou-se à algumas conclusões. Infelizmente não podemos nos aprofundar em todas (as conclusões) por meio deste artigo, mas apresentaremos a que acreditamos ser a mais ideal.

O cromo, o níquel, o estanho, o zinco, o bronze e o cobre formam o grupo dos elementos mais utilizados no processo de galvanização que pode ser realizado de diversas maneiras e com outros elementos, além dos citados. A finalidade deste processo (a galvanização) é justamente proteger um metal do processo corrosivo. A galvanização pulverizada é a maneira mais eficaz encontrada para se proteger os trilhos de aço da companhia VALE S.A. deste referido processo. Isso pode ser realizado de diversas formas. Sem dúvidas, pulverizar 900 quilômetros de ferrovia não consiste em uma tarefa simples, entretanto, podemos sugerir ou projetar equipamentos e/ou máquinas para se realizar esta determinada tarefa.

Concessionárias adquirem carros-controle com sistemas de medição automatizados para inspeção da malha ferroviária permanente, também são programados para realizar a análise de geometria da via. O carro-controle mais eficiente na atualidade é o Truck Star, pois pode trafegar pelos trilhos ou fora deles. Pode fazer as análises com velocidade constante de até 40Km/h, mas alcança velocidades bem maiores, o que possibilita seu uso em qualquer horário, estando parte da ferrovia ocupada por uma locomotiva ou não. O veículo segue os modelos de carro-controle americanos, que fazem monitoramento da geometria da via permanente com sistemas embarcados, possibilitando a análise de parâmetros de controle, que são as medidas mais conhecidas e que podem gerar acidentes se não corrigidos. Da fabricante norte-americana Holland, esse referido veículo é um caminhão Volvo com seis rodas, adaptado para trafegar em trilhos. Essa peculiaridade facilita a locomoção do veículo e permite que a inspeção possa ser feita no horário de funcionamento da via, sem que seja necessária a intercalação com passagem de trens. Como já citado, essa característica se mostra importante para a malha ferroviária da VALE S.A. que funciona em diversos horários por dia. Algumas adaptações no



Truck Star seriam suficientes para que ele possa realizar o processo de pulverização dos trilhos.

É sabido, que as peças niqueladas apresentam uma coloração amarelada, já as peças cromadas possuem um aspecto prateado. O cromo se apresenta como um forte elemento para ser utilizado na galvanização, mas a sua fixação no aço ferroviário se torna mais eficiente e duradoura o cromo não for aplicado diretamente, ou seja, os trilhos deveriam antes da cromagem serem submetidos ao niquelamento. O zinco também possui características que favoreceriam seu uso nessa aplicação, pois esse elemento produz, em contato com o eletrólito ar, uma camada de óxido de zinco que protegeria os trilhos contra novos ataques corrosivos e ainda é transparente. Não sabemos exatamente quais dos elementos citados é o mais eficiente para se evitar o processo corrosivo, portanto, é necessário que experimente todos eles, até porque variados fatores estão a interferir no processo como um todo.

O processo de galvanização é composto por várias fases, citaremos algumas, pois, isto interfere diretamente na proposta apresentada. Mas antes deve-se esclarecer alguns conceitos de química básica para estarmos capacitados à uma compreensão geral e holística do tema. A ferrugem se forma pela oxidação do ferro presente no aço dos trilhos, então; de ferro (Fe) torna-se cátion ferro ( $\text{Fe}^{2+}$ ) em presença do oxigênio do ar e da água. O ferro e a maioria dos metais (com exceção do ouro e da platina) possuem menor potencial de redução que o oxigênio e, por isso, esses metais tendem a se oxidar. Quando o ferro está em contato com o ar úmido, é formada uma espécie de pilha em que o oxigênio atua como cátodo ou polo positivo, ocorrendo sua redução (ganho de elétrons). O ferro perde elétrons, sofrendo oxidação e atuando como ânodo ou polo negativo. O hidróxido de ferro,  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ , é oxidado a hidróxido de ferro,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , devido à presença do oxigênio. Esse composto perde, então, água e se transforma no óxido de ferro mono-hidratado,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$ , que possui cor castanho-avermelhada, ou seja, a ferrugem. Observe que tudo começou porque o ferro se oxidou a " $\text{Fe}^{2+}$ ". Assim, quando uma peça passa por um processo de galvanização, a camada do metal decomposto impede a oxidação do ferro, porque evita que ele entre em contato com o ar e com a água.

Mas, a frequência e a magnitude das cargas as quais os trilhos devem suportar ocasionam ranhuras em sua superfície (risco), fazendo com que naquele ponto o aço entre em contato com o ar. Se no processo de galvanização pulverizada for utilizado o zinco, ou até mesmo estanho, níquel ou cromo, não há um problema expressivo, porque inicialmente o ferro se oxidará, mas imediatamente o elemento galvânico também se oxidará, pois, o seu potencial de redução é menor que o do ferro, que o do oxigênio e que o da água. Portanto, a tendência desses elementos em oxidar-se é maior. Quando o metal usado na galvanização se oxida, acontecem duas coisas importantes que impedem o ferro de ser corroído. A primeira é que, visto que seu potencial de redução é menor que o do ferro, ele reduz o cátion  $\text{Fe}^{2+}$  a ferro metálico novamente. O segundo ponto é que, em contato com o ar e a água, o metal galvânico geralmente origina um composto chamado de hidróxido, que se deposita sobre o ferro que estava exposto e novamente o protege contra a



corrosão.

As empresas de galvanoplastia atendem em geral as indústrias metalúrgicas e da construção civil. Os revestimentos metálicos, além da finalidade decorativa, de resistência, de função elétrica e endurecimento superficial, servem para imprimir resistência ao processo corrosivo.

Haja visto anteriormente, ao se utilizarem metais nos revestimentos anticorrosivos, a ação protetora se explica pela formação de películas protetoras de óxidos, hidróxidos e outros compostos que reagem com os oxidantes do meio corrosivo, desde que ocorram formações de óxidos aderentes. É preciso que haja boa aderência e impermeabilidade da película e os revestimentos que possuem função protetora não devem formar pilhas galvânicas, como no caso do aço-carbono revestido com Sn – Cu – Pb – Ag e aço inoxidável. Esse revestimento protege o metal de base.

O processo de galvanização pulverizada aqui proposto, é conhecido também como metalização ou galvanização a frio. É um processo com fins de recuperação, que utiliza metalização, ou seja, outros metais decompostos sob o metal em que se deseja proteger. Esses processos ocorrem com a utilização de “pistolas” próprias de aplicação, de tamanho variantes dependendo da aplicação, e com o uso de oxiacetileno onde o fio de metal de revestimento se deposita na superfície do metal a ser protegido. O metal do revestimento de proteção depende da qualidade do metal do mesmo, da umidade, do preparo da superfície e da temperatura, para que haja aderência do revestimento, entre outras variáveis. Faz se essencial a análise dos meios corrosivos e os eletrólitos, que são o “combustível” do processo de corrosão.

A atmosfera tem sua ação corrosiva dependente da composição química, sendo constituída por substâncias poluentes que vão de partículas sólidas a gases, da variação de temperatura até a umidade relativa do ar e também do tempo de permanência do filme de eletrólito na superfície metálica, que poderá ser agravada pela intensidade e direção dos ventos e das variações climáticas em geral. A atmosfera pode ser classificada em: atmosfera seca, atmosfera úmida, atmosfera molhada, atmosfera com poluentes sólidos, atmosfera com poluentes gasosos, segundo (Shreir, 1868). Existem dois tipos de atmosfera que se adequam à apresentada ao longo da Estrada de Ferro Carajás; a Atmosfera seca e a atmosfera úmida, que possuem semelhanças entre si mais diferem em alguns pontos. A atmosfera seca é um tipo de atmosfera isenta de umidade, onde não existe nenhum filme de eletrólito na superfície do metal. Nesse meio, a oxidação do metal é lenta e seu produto de corrosão é resultante de reações químicas puras, afetando propriedades físicas e químicas. Em se tratando de atmosfera úmida; um metal quando colocado em contato com esse tipo de atmosfera, que apresenta umidade relativa menor e não muito próxima de 100%, faz surgir um filme fino de eletrólito que se deposita na superfície metálica. A velocidade do processo corrosivo vai depender do grau dessa umidade relativa, da presença de poluentes atmosféricos e do grau de higroscopicidade (tendência de se absorver a umidade do ar) dos produtos de corrosão pre-





sentos. Em estudos atuais o ar pode ser considerado um eletrólito, pois, por meio dele o processo de corrosão também se executa, formando óxido de ferro.

Podemos relacionar a umidade relativa do ar como variável de agressividade no processo corrosivo. A umidade relativa do ar é a relação entre o teor de vapor d'água encontrado no ar e o teor máximo que pode existir no mesmo dentro das condições consideradas. Existem autores que adotam ser a relação entre a pressão parcial de vapor d'água no ar e a pressão de vapor d'água saturado, na mesma temperatura, sendo expressa em porcentagem. Maior umidade relativa do ar, maior formação do eletrólito água e, por consequência, maior índice de corrosão. Vários fatores se associam a uma variável produzindo maior agressividade no fenômeno de corrosão.

O ferro que, em baixa umidade, não sofre corrosão, na medida em que a umidade relativa cresce, o processo corrosivo vai aumentando até chegar ao nível de umidade crítica, onde a corrosão acelera. Se nessa atmosfera existir 0,01% de gás (SO<sub>2</sub>), a corrosão aumenta sua taxa. Se ainda existirem depósitos de NaCl na superfície do ferro exposto, na medida que a umidade aumenta, a taxa de corrosão vai alcançar níveis elevados no mesmo número de dias de exposição do material, mas acreditamos que esse não é o caso. A atmosfera pode ter fatores que aceleram ou inibem a sua ação corrosiva. Caso a temperatura seja alta, diminui a possibilidade de condensação de Vapor d'água e de absorção de gases na superfície metálica. Quanto menor for o tempo de exposição, menor será a ação corrosiva da atmosfera. A chuva pode ser um benefício quando consegue solubilizar os sais da superfície dos metais. Porém, se existirem frestas ou locais de estagnação, aumentam a atividade do eletrólito e a consequente taxa de corrosão. As variações cíclicas de temperatura e umidade são variáveis possíveis de serem utilizadas em nível de controle estatístico da taxa de corrosão.

O processo de galvanoplastia é realizado em três etapas: pré-tratamento, tratamento e pós-tratamento das peças.

O pré-tratamento consiste na preparação da superfície da peça para que tenha aderência, favorecendo também a uniformidade e a aparência do metal que será depositado. Nessa fase do processo o fator limpeza é essencial, a fixação e resistência à corrosão dependem disso. Deve-se então, entender o conceito de impurezas, que podem diminuir consideravelmente a proteção desejada. A compreensão do que significam impurezas metálicas constitui uma etapa necessária para avançarmos em direção à um método de proteção de superfícies metálicas, no caso; trilhos ferroviários. Impureza é tudo o que pode interferir no processo e na qualidade da proteção que se pretende dar a uma determinada superfície. O tratamento das impurezas metálicas é um passo decisivo no processo definido como galvanização, uma vez que sua preparação varia em função do recobrimento protetor, ou seja, do tipo de elemento a ser aplicado. Como o objetivo é criar uma interface entre o meio corrosivo e a superfície do metal, essa camada protetora pode ser de formação natural ou artificial. A resistência dessas camadas protetoras, associada a

aderência, a impermeabilidade e a insolubilidade, são características importantes a serem observadas. Como o ferro e o aço são materiais de maior consumo industrial, e preciso analisar o filme da oxidação que se forma em suas superfícies nos mais variados meios corrosivos.

Alcançar a aderência ou eficiência máxima de proteção através de revestimentos ou recobrimentos protetores depende do processo adequado da superfície metálica receptora. Uma superfície bem limpa, livre de ferrugem, isenta de graxas, sujidade e umidade oferece a base necessária para uma boa proteção por recobrimento, pois, uma superfície preparada para determinado acabamento pode não ser adequada a outro tipo de recobrimento. Para maiores níveis de sucesso, aplica-se primeiramente uma camada de níquel e em seguida uma camada de cromo. Existem quatro tipos de impurezas, segundo (OLIVEIRA, 2012). As mais vistas em trilhos ferroviários são; as Impurezas oleosas e os óxidos e produtos de corrosão. As impurezas oleosas representam os óleos minerais, óleos graxos, óleo de laminação, de estampagem, de repuxamento, de trefilarão e óleos protetores contra a corrosão. A maior dificuldade está em sua remoção, pois, quanto mais viscosos forem os óleos minerais, mais difícil será sua remoção; os óleos graxos são os mais fáceis de se remover. Os óxidos e produtos de corrosão – são impurezas resultantes de tratamentos térmicos; a camada de óxido formada é difícil de ser removida.

Existem alguns excelentes métodos de remoção de impurezas metálicas. Esses meios de remoção surgem após serem identificados os tipos de impurezas presentes na superfície metálica. E preciso encontrar os adequados para remove-los. Os mais usados são: detergência, solubilização, ação química, ação mecânica. Esses meios podem estar isolados ou em conjunto no processo de remoção. Os fatores mais intervenientes são: a condição do estado inicial do material a ser tratado, resultados obtidos pós-tratamento, condições econômicas, equipamento disponível e outros. Concluindo a análise dessa fase; O pré-tratamento pode ser realizado por escovação, lixamento, polimento, decapagem e jateamento para remoção de rebarbas, sulcos, tintas, graxas e ferrugem. Na etapa de tratamento a peça é submetida a um ou mais banhos de metais para que adquira uma fina camada metálica. Para a cromeação, por exemplo, a peça passa por um banho de cobre, outro de níquel e ao final recebe uma camada de cromo.

O pós-tratamento consiste em um processo de lavagem com água fria ou quente, secagem em centrífuga, estufa ou jatos de ar, banho de óleo para embalagem, proteção e pintura ou envernizamento. No caso em questão, a secagem em centrífuga e as estufas serão dispensados, pois, não se apresentam de maneira eficaz para serem aplicados e não irão interferir no resultado final. Segue, em sequência, uma ordem das etapas do processo sugerido para a galvanização pulverizada dos elementos escolhidos nos trilhos da malha ferroviária:

- Preparo visto na primeira fase (pré-tratamento)
- Superfície seca, limpa e lisa



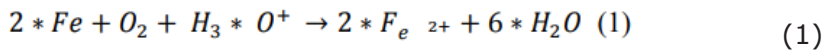
- Tinta preta ou branca para envernizar
- Lavagem com químico do grupo de detergente neutro
- Aplicação do pré-ativador
- Água deionizada
- Aplicação do ativador
- Água deionizada
- Metalizantes A, B, C e D (níquel, cobre, níquel e cromo)
- Aplicação do espessante
- Água deionizada (pode ser ignorada)

A translação do processo de galvanização pulverizada para sistemas de pintura não se mostra complexa, sendo que, os sistemas de pintura também estão compostos de três fases. Apenas a segunda etapa difere dos processos galvanizados, permanecendo a primeira e a terceira etapas inalteradas. Uma ordem sugerida para o caso de se utilizar sistemas de pinturas, está apresentada abaixo:

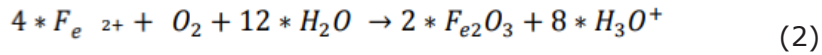
- Desengranchamento
- Primeiro enxágue
- Aplicação do refinador
- Fosfatização ou fosfatase
- Segundo enxágue
- Passivação
- Lavagem com água desmineralizada

## Equações governantes

O oxigênio oxida o ferro para Fe II



O Fe II é oxidado para Fe III



Oxido-redução



O que causa a corrosão no caso a ferrugem como já sabemos é o oxigênio e a água. Certo que pode ser só oxigênio ou só a água, mas geralmente é utilizado os dois. No caso essa reação é só do oxigênio, no caso o ar atmosférico;

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os métodos sugeridos para se evitar o processo de corrosão nos trilhos ferroviários da companhia VALE S.A. consistem em técnicas conhecidas e bem desenvolvidas por diversas empresas ao redor do Brasil, entretanto, apresentam-se de maneira exclusiva e inovadora em se tratando da forma de aplicação dessas referidas técnicas.

Como a maioria das novas ideias apresentam evidentes obstáculos, quanto à sua implementação, essa não fugiria a essa regra. Porém, como já citado, os possíveis obstáculos podem ser resolvidos com adaptações ou pequenos projetos. O Truck Star se apresenta, nesse contexto, como um veículo capacitado a realizar os processos sugeridos, sendo necessárias poucas alterações na configuração do mesmo. A incidência de troca de trilhos da companhia e o valor desses trilhos, poderiam ser revertidos na compra de um veículo do tipo Truck Star, onde seria analisada se esse custo benefício, oriundo da aquisição desse veículo, valeria a pena. Esta análise não foi possível devido à falta de informações, no sentido da frequência das trocas dos trilhos da companhia VALE S.A. e o preço fornecido pelos fabricantes. Esses dados são considerados confidenciais pela companhia e apenas de uso interno da mesma. A galvanização pulverizada, ou galvanização a frio, ou ainda metalização é a nossa proposta, e deve ser executada com quatro camadas de elementos protetores, sendo elas, em suas respectivas ordem; níquel, cobre, níquel e cromo. A máxima fixação do cobre e do cromo dependem do níquel, sendo que essas quatro camadas oferecerão um nível maior de proteção, devido a maior espessura que formarão.



Alguns metais utilizados para se evitar o processo de corrosão não estão incluídos no grupo de metais que sugerimos para serem pulverizados no processo de formação da camada protetora para os trilhos. Ou seja, dependendo dos efeitos obtidos durante a execução do referido processo de proteção alguns elementos podem ser adicionados ou substituídos, como por exemplo a adição de vanádio e tungstênio no processo. Não se pode descartar a possibilidade da utilização de tintas específicas contra o processo de corrosão, essas tintas, já existentes no mercado, podem substituir a pulverização da camada protetora até aqui discutida. Entretanto, a frequência de tal processo utilizando as tintas ao invés dos metais ocorrerá de maneira mais incidente. Devendo-se então haver cuidado quanto ao custo final dessa substituição em comparação aos efeitos resultantes da mesma.

Uma mistura entre as tintas e uma leve solução contendo metais é algo que nunca foi tentado no mercado atualmente (pelo menos não temos notícia disso) mas isso não deve ser descartado. É claro que nesse último caso, deve haver estudos e pesquisas que tornem a mistura equilibrada e/ou harmoniosa trazendo bons resultados após a aplicação.

Devemos por fim fazer mais uma observação antes de se iniciarem os testes em componentes e/ou elementos instalados em empresas com relevante grau de serviços. Dependendo da aplicação (falando um pouco além dos trilhos da companhia VALE S.A.) o metal em questão não apenas sofrerá o processo de corrosão como também poderá estar em atrito constante com outro metal ou material. Esse atrito irá influenciar na duração da camada protetora (ou película protetora) que será disposta no metal para evitar a corrosão. No caso dos trilhos da companhia VALE S.A. os mesmos se encontram em atrito com as rodas das locomotivas. Como esse atrito não pode ser evitado, uma maneira de amenizá-lo é aplicar a mesma camada protetora que seria aplicada nos trilhos. A resistência de ambas as partes seriam parecidas diminuindo assim o desgaste da proteção contra a corrosão. A aplicação de uma camada de um dito metal de sacrifício não se mostra uma ideia interessante pois isso poderia aumentar os custos do processo como um todo, o que não é desejado por nenhuma empresa, pelo menos não comparado aos retornos oriundos de tal método.

Os autores se mostram ansiosos para verem os resultados aqui apresentados sendo aplicados de fato. Os resultados seriam cuidadosamente analisados e a excelência na tentativa de amenizar a corrosão seria buscada. Com aplicação no "mundo real" várias ideias e possibilidades surgirão e arranjos e alterações deverão ser feitas para se melhorar e/ou otimizar o referido processo.



## CONCLUSÃO

A galvanoplastia é um processo químico ou eletroquímico de deposição de uma fina camada de um metal sobre uma superfície, que pode ser metálica ou não. O objetivo deste processo é embelezar as peças, e também protegê-las contra a corrosão, aumentar sua durabilidade, melhorar as propriedades superficiais e características de resistência, espessura, condutividade e capacidade de estampar. A galvanoplastia é aplicada em vários ramos da atividade econômica: na indústria automobilística, na indústria de bijuterias, na construção civil, na indústria de utensílios domésticos, na informática, na indústria de telefonia e na recuperação de objetos decorativos. Para ganhar uma camada externa metálica, as peças são submetidas a um ou mais banhos, que podem ser de cromo, níquel, ouro, prata, cobre, zinco ou estanho. No presente estudo sugere-se que a galvanoplastia em sua forma pulverizada seja aplicada nos trilhos da companhia VALE S.A., com o propósito de se proteger esses trilhos do processo de corrosão. Essa aplicação ocorreria utilizando-se três elementos dispostos em quatro camadas. Uma modificação do veículo Truck Star seria usada para tal aplicação. Espera-se que com essa recomendação se minimize os gastos com manutenção e/ou troca desses trilhos da malha ferroviária.

## AGRADECIMENTOS

As considerações e agradecimentos são destinadas primeiramente à Deus, fonte de vida e de amor, que ainda nos mantém e nos busca. Em seguida, às nossas famílias pelo apoio em todas as áreas e ocasiões. E, à Universidade Estadual do Maranhão, que nos fornece conhecimento de diversas formas e possibilita estudos, trabalhos e pesquisas como essas.

## Referências

- Furtado P., Pintura anticorrosiva dos metais, Rio de Janeiro, LTC, 2010.
- Gentil, V., Corrosão, 2011, 6ª edição.
- Jambo H. C., Corrosão. Fundamentos, Monitoração e Controle, 12/2007.
- Oliveira A. R., 2012, Corrosão e Transporte de Superfície, Instituto Federal do Pará, Santa Maria, UFSM.
- Pinhão C. M. M., Aços galvanizados para indústria automobilística, BNDES, 2000.
- Ramanathan L. V., Corrosão e seu controle, São Paulo, Hemus, 2004.
- Serra E. T., Corrosão e Proteção Anticorrosiva dos Metais no Solo, 2014, 1ª edição.



**ANÁLISE COMPARATIVA DA  
CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA  
EM 3 TIPOS DE SOLO**

COMPARATIVE ANALYSIS OF WATER RETENTION CAPACITY IN 3 SOIL  
TYPES

**Julianno Pizzano Ayoub**

**Marcel Ricardo Nogueira de Oliveira**

**Rafael Biglia Diniz**

**Fabio Gomes Monteiro**

**Fabricio Hernandes de Freitas**

**Vinicius Mateus Silveira Martins**

**Gabriel Menon de Lima**

**Wallace Lima Paulo**

**Daniel Luiz Fernandes**

**Juliana Aparecida Corrêa da Silva Fernandes**

## Resumo

O uso sustentável dos recursos naturais, como solo e água, é relevante para o desenvolvimento das atividades humanas. Este trabalho apresenta a análise de solos de três fragmentos de áreas distintas em função da umidade, biomassa de minhocas, e respiração do solo. Tais fragmentos de área apresentam as seguintes características: (1) área de mata nativa; (2) área de plantação de *Pinus sp.*; (3) área de pedreira. Foram realizadas coletas de solo em triplicata. O solo foi peneirado e determinou-se a umidade através da diferença entre a massa do material após período em estufa. A respiração de campo das amostras foi determinada após determinada quantidade de água escoar por filtro contendo o solo amostrado. A biomassa de minhocas foi avaliada *in situ*. Foram realizadas Análises de Variância (ANOVA) e Teste Tukey. Os resultados demonstraram que não houve diferença estatística entre a capacidade de retenção de água para as amostras de solo analisados nos diferentes fragmentos.

Palavras-chave: Filtração, Porosidade, Solos.

## Abstract

The sustainable use of natural resources, such as soil and water, is relevant to the development of human activities. This paper presents an analysis of three fragments of distinct areas in the functions of capture, earthworm biomass and soil respiration. Such area fragments have the following characteristics: (1) native forest area; (2) *Pinus sp.* Planning area; (3) quarry area. Triplicate soil collections were performed. The soil was sieved and determined the percentage difference between the mass of the material after the greenhouse period. Field respiration of the samples was specified after the amount of water seeped through the included filter or sampled soil. An earthworm biomass was evaluated *in situ*. Analysis of Variance (ANOVA) and Tukey Test were performed. The results showed that there was no statistical difference between the water retention capacity for the soil samples analyzed in different fragments.

Keywords: Filtration, Porosity, Soils.





## INTRODUÇÃO

O uso sustentável dos recursos naturais, especialmente de solo e de água, se torna cada vez mais importante devido ao desenvolvimento humano (ARAÚJO *et al.*, 2007).

Os atributos considerados indicadores de mudanças na qualidade do solo devem ter a capacidade de serem sensíveis ao manejo numa escala de tempo que permita a verificação de suas alterações (ISLAM e WEIL, 2000)

Muitas avaliações do solo, utilizam da fauna presente no mesmo, como por exemplo, as minhocas afetam a estrutura do solo, e misturam partículas orgânicas com as partículas minerais do solo, distribuindo a matéria orgânica e microorganismos (LAVELLE *et al.*, 1997) e também são modificadores do perfil do solo, visto que ocorrem mudanças físicas como o aumento da quantidade e do tamanho dos poros facilitando a infiltração de água (BEARE *et al.*, 1995).

Este trabalho teve como objetivo, verificar se existem diferenças entre os solos amostrados em função da umidade, biomassa de minhocas, e respiração do solo.

## APLICAÇÃO DA METODOLOGIA

As amostras para análise de umidade e porosidade foram coletadas em triplicatas, em três áreas distintas da Universidade Estadual do Centro Oeste do Paraná (UNICENTRO), *Campus* Irati. As áreas adotadas (Figura 1) foram: a mata nativa no entorno do *Campus*; uma área de plantação de *Pinus* sp.; e uma área de pedreira.





Figura 1 – Locais onde foram coletadas as amostras  
Fonte: Google Earth (2016)

Com o uso de um trado (Figura 2) foram coletados 5 cm de solo e então as amostras foram colocadas em sacos plásticos e posteriormente levadas ao laboratório



Figura 2 – Trado utilizado para coletas  
Fonte: Autores (2016)

No laboratório, com o uso da peneira granulométrica as amostras foram peneiradas, posteriormente, cada amostra já peneirada foi dividida em dois béqueres, os quais foram levados para uma balança analítica e pesados 10 gramas. No total foram pesadas 18 amostras. Após as pesagens, os béqueres foram divididos em dois grupos, no qual cada grupo continha um béquer de cada amostra.

Os béqueres do primeiro grupo, conforme a Figura 3, foram levados para a estufa por 24 horas, em temperatura de 105°C. Em seguida, os solos de cada béquer foram pesados para o cálculo de umidade.



Figura 3 – Amostras com os tipos de solo  
Fonte: Autores (2016)

As amostras do grupo dois, foram transferidas para um filtro conforme a figura 4, onde foram adicionados 100 ml de água, e mantidos por 24 horas, para ocorrer a filtração total.



Figura 4 – Processo de filtração  
Fonte: Autores (2016)

Após o período de 24 horas, a água filtrada foi pesada, para cálculo de respiração de campo. Para contagem de biomassa das minhocas, com o uso de uma pá, foram cavadas três covas por área, com aproximadamente 20 cm de profundidade (Figura 5), o solo foi revolvido, e foi realizado a contagem *in situ*.



Figura 5 – Solo sendo retirado com o auxílio da pá  
Fonte: Autores (2016)

As amostras foram submetidas a uma análise de variância (ANOVA) onde, biomassa de minhocas no trecho amostrado, peso úmido do solo (PUsolo), peso seco

do solo (PSsolo), filtração e filtração por porosidade (Filtração por) são as variáveis dependentes; e as categorias dos trechos amostrados são: Floresta Ombrófila Mista (FOM), Pinus e Pedreira. Após checagem das premissas, utilizou-se teste de média Tukey para analisar as diferenças entre os trechos para todas as variáveis. A percentagem de erro admissível foi de 5%.

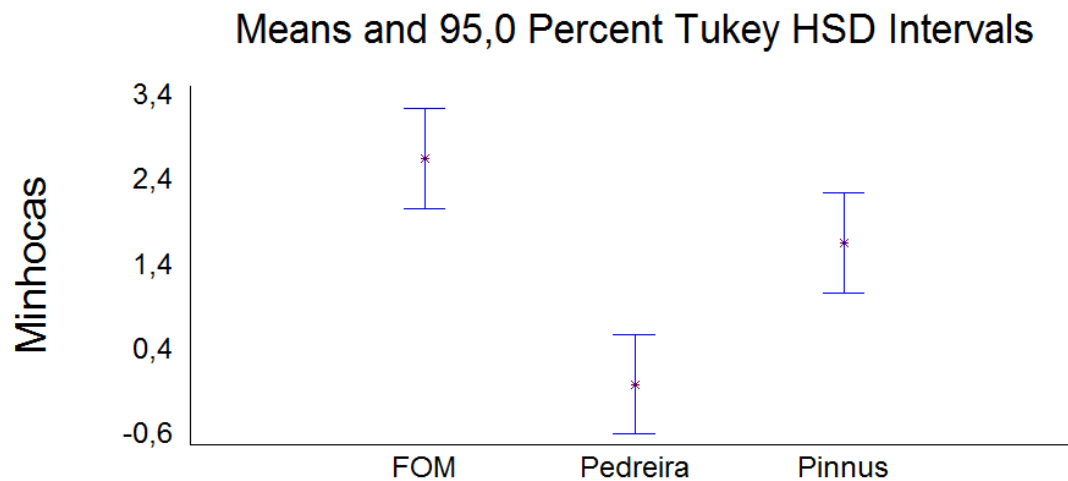


Figura 6 – Análise de variância para minhocas  
Fonte: Autores (2016)

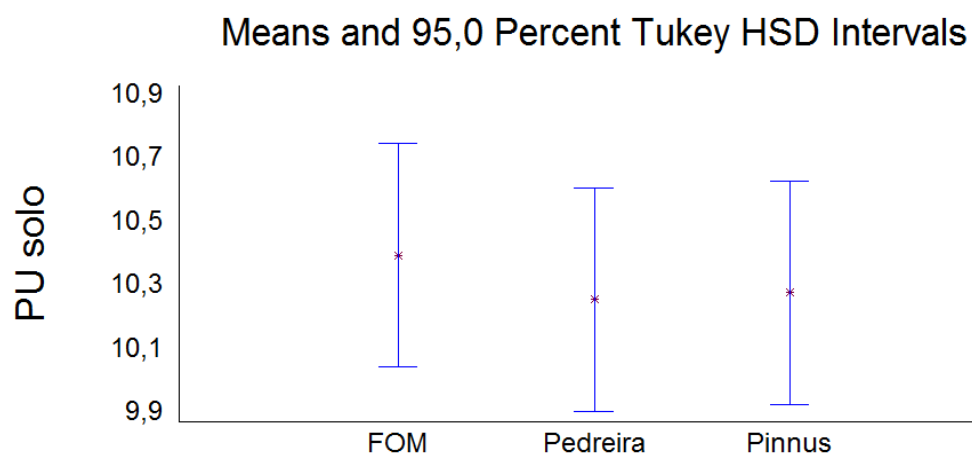


Figura 7 – Análise de variância para peso úmido do solo  
Fonte: Autores (2016)

### Means and 95,0 Percent Tukey HSD Intervals

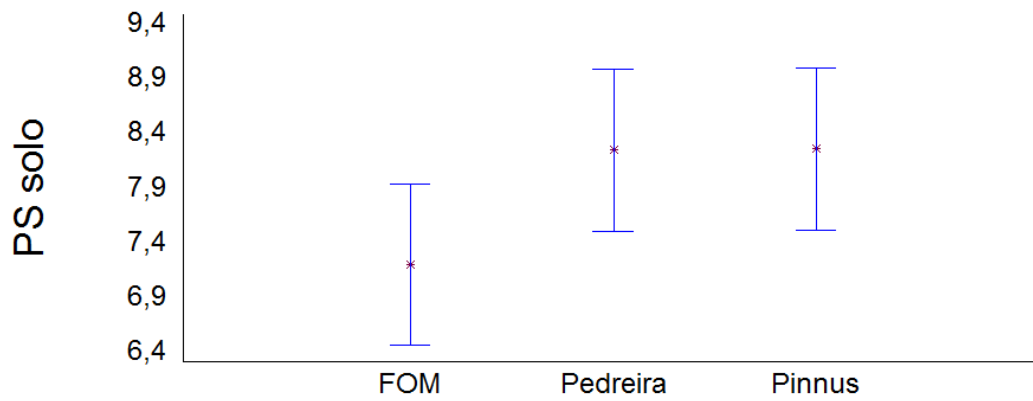


Figura 8 – Análise de variância para peso seco do solo  
Fonte: Autores (2016)

### Means and 95,0 Percent Tukey HSD Intervals

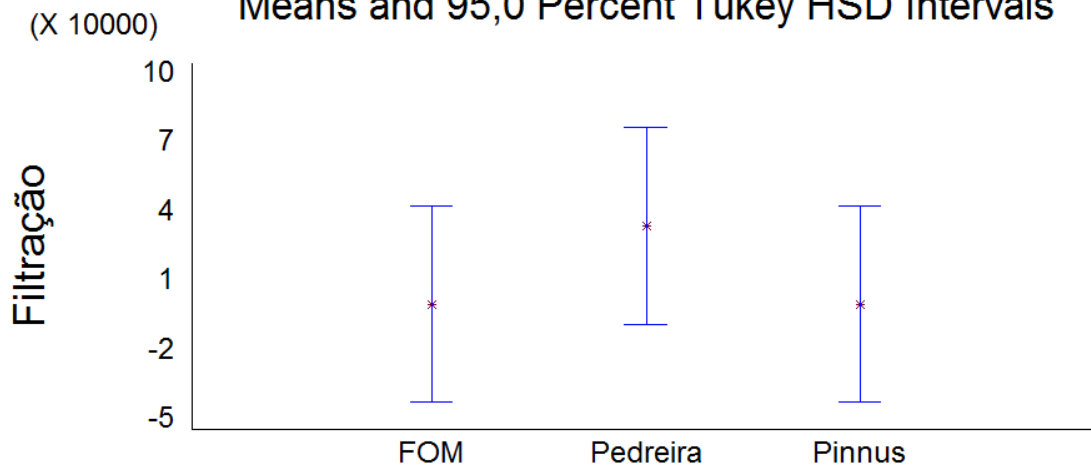


Figura 9 – Análise de variância para filtração  
Fonte: Autores (2016)

### Means and 95,0 Percent Tukey HSD Intervals

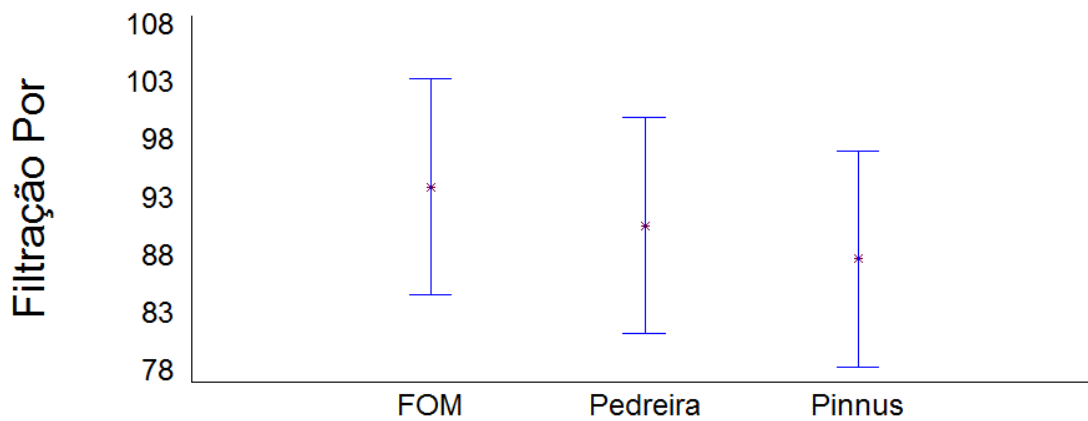


Figura 10 – Análise de variância para filtração por porosidade  
Fonte: Autores (2016)

A capacidade de retenção de água em percentual está disposta nas Tabelas 1 e 2.

<b>Amostras</b>	<b>FOM</b>	<b>Pinus</b>	<b>Pedreira</b>
1	16,30%	13,45%	11,79%
2	13,49%	13,94%	15,34%
3	14,56%	12,36%	12,36%

Tabela 1 – Percentual de retenção de cada amostra  
Fonte: Autores (2016)

<b>Teste T</b>		
FOM-Pinus	FOM-Pedreira	Pedreira-Pinus
0,654650859	0,268040971	0,666902621

Tabela 2 – Teste T  
Fonte: Autores (2016)

Os valores do Teste T nos diz que o nível de significância é de 0,05. E os valores obtidos para a FOM-Pinus foi de 0,65, mostrando que não se deve rejeitar a hipótese nula, logo aceitando-a a média dos dois grupos, não há diferença significativa.

O mesmo ocorre para os valores obtidos para FOM-Pedreira e para os valores de Pedreira-Pinus, onde a média para ambos os grupos não tem uma diferença significativa também.

A ANOVA para a capacidade de retenção está disposta nas Tabelas 3 e 4 a seguir.

<b>Grupo</b>	<b>Contagem</b>	<b>Soma</b>	<b>Média</b>	<b>Variância</b>
FOM	3	0,4435	0,1478	0,00020114
Pinus	3	0,4143	0,1381	0,00033307
Pedreira	3	0,3975	0,1325	0,00006541

Tabela 3 – Resumo  
Fonte: O Autor (2016)

<b>Fonte da variação</b>	<b>SQ</b>	<b>gl</b>	<b>MQ</b>	<b>F</b>	<b>Valor-P</b>	<b>Fcrítico</b>
Entre os grupos	3	0,000361	0,000181	0,903589476	0,453912	5,143253
Dentro dos grupos	3	0,001199	0,0002			
Total	3	0,00156				

Tabela 4 – ANOVA

Já na ANOVA de um fator que é a capacidade de retenção nos diz que o valor de P entre os grupos são estatisticamente iguais, devido que o valor P é maior que o  $P > 0,05$ . Em relação às análises de Fcrítico houve igualdade entre os testes, sendo o valor de F igual à 0,90 e Fcrítico, 5,14.

## CONCLUSÃO

Os testes mostraram que não houve variação significativa no valor de capacidade de retenção das 9 amostras de solo dos diferentes fragmentos de áreas. As áreas onde foram encontradas maior quantidade de minhocas obtiveram, também, maiores valores de filtração por porosidade e peso úmido do solo. No fragmento contendo a área da pedreira foi encontrado solo com baixa umidade e menor número de minhocas, porém, o alto valor de filtração não é relacionado à porosidade do solo.

## Referências

- ARAÚJO, R.; GOEDERT, W.J. & LACERDA, M.P.C. Qualidade de um solo sob diferentes usos e sob cerrado nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31,n.5, p.20-25, set.2007.
- BEARE, M. H.; COLEMAN, D. C.; CROSSLEY JR., D. A.; HENDRIX, P. F. & ODUM, E. P. A hierarchical approach to evaluating the significance of soil biodiversity to biogeochemical cycling. **Plant and Soil**, 170:5-22, 1995.
- GOOGLE EARTH-MAPAS. **Http://mapas.google.com**.Consulta realizada em 09/03/2016.
- ISLAM, K.R. & WEIL, R.R. Soil quality indicator properties in mid-atlantic soils as influenced by conservation management. **J. Soil Water Conser.**, 55:69-78, 2000.
- LAVELLE, P. Faunal activities and soil processes: adaptive strategies that determine ecosystem function. **Advances in Ecological Research**, 27:93-132, 1997.





## CAPÍTULO 8

# **DIAGNÓSTICO ESTRATÉGICO DE UMA EMPRESA FICTÍCIA DO RAMO ALIMENTÍCIO**

STRATEGIC DIAGNOSIS OF A FICTITIOUS FOOD COMPANY

**Derlicio Carlos Goes Sousa**  
**Ingridiane de Campos Albuquerque**  
**Leandro Lisboa Matos**  
**Eduardo Mendonca Pinheiro**

## Resumo

O diagnóstico estratégico de uma empresa está relacionado à primeira fase do processo de planejamento estratégico e visa analisar a real situação da empresa interna e externamente no mercado. Este trabalho teve como objetivo realizar o diagnóstico estratégico em uma empresa fictícia do ramo de alimentos, a Naturar. Para realização do diagnóstico, utilizou-se a ferramenta Análise de SWOT que identifica as forças e fraquezas, oportunidades e ameaças do ambiente e as Forças Competitivas de Porter, a qual viabiliza fazer uma análise mercadológica onde explica os fatores que influenciam o mercado e que afetam o comportamento de compra. Para a identificação das principais forças e fraquezas do ambiente interno e oportunidade e ameaças do ambiente externo, realizou-se uma análise através das principais funções da empresa e o contexto na qual ela está inserida. Observado este contexto, conclui-se que para manter-se competitiva no mercado a empresa necessita automatizar seus processos, firmar parcerias com fornecedores e elaborar um planejamento estratégico adequado e ficar monitorando constantemente para se manter sempre conectada ao dinamismo do mercado que está cada vez mais complexo.

Palavras-chaves: diagnóstico estratégico; análise de SWOT; forças de Porter.

## Abstract

The strategic diagnosis of a company is related to the first phase of the strategic planning process and aims to analyze the real internal and external situation of company in the market. This study aimed to carry out the strategic diagnosis in a fictitious company in the food sector, the naturar. To perform the diagnosis, we used the SWOT analysis tool that identifies the strengths and weaknesses, opportunities and threats of the environment and the competitive forces of Porter, which enables to make a market analysis which explains the factors influencing the market and affecting buying behavior. To identify the main strengths and weaknesses of the internal environment and opportunities and threats of the external environment, an analysis was carried out through the main functions of the company and the context in which it is inserted. Observed this context, it is concluded that to remain competitive in the market the company needs to automate their processes, partnering with suppliers and develop an appropriate strategic planning and be constantly monitoring to ensure you stay connected to the dynamism of the market that is increasingly complex.

Keyword: strategic diagnosis; SWOT analysis; Porter forces.



## INTRODUÇÃO

O atual cenário organizacional marcado pela globalização combinado à aceleração da difusão de novas tecnologias e de novas técnicas de gestão da produção, tem exigido que as organizações venham a se adaptar à crescente competitividade e exigência dos clientes por qualidade e produtividade. Para isso, elas passam a buscar modificações em suas estratégias, estruturas ou processos.

Uma das ferramentas que auxiliam a empresa a responder questionamentos sobre sua posição no mercado e a elaborar estratégias e plano de ação, é o planejamento estratégico. E a primeira fase do planejamento é realizar o diagnóstico estratégico, o qual no presente trabalho, utiliza a Análise de SWOT e o modelo das forças competitivas de Porter.

De acordo com Machado e Kuenel (2009), a realização de um diagnóstico estratégico é importante, já que este corresponde a primeira fase do processo de planejamento estratégico e busca verificar qual é a realidade da empresa em relação à seus aspectos internos e externos. Dessa maneira é possível observar as variáveis relevantes do ambiente no qual a empresa está inserida e assim dessa forma poder traçar aonde se quer chegar.

A análise SWOT é uma ferramenta de suporte importante para a tomada-de decisão e é frequentemente usada como forma de sistematicamente analisar os ambientes interno e externo da organização (KOTLER, 1988).

Este trabalho tem como objetivo realizar o diagnóstico estratégico utilizando a Análise de SWOT e as forças competitivas de Porter de uma empresa fictícia do ramo de serviços de alimentos, a Naturar, a qual é uma empresa que trata e oferece alimentos, frutas, hortifrúteis danificados, por meio de produtos saborosos, de qualidade e com preço acessível. Para isso, verificou-se a necessidade de conceituar a análise de SWOT, as forças competitivas de Porter. Em seguida, analisou-se as forças, oportunidades, fraquezas e ameaças que o ambiente organizacional oferece, tanto interno quanto externo e elaborou-se as estratégias de acordo com cada atividade.



# REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

## Planejamento Estratégico

Na globalização atual e nas intensas competições mercadológicas muito se tem discutido a respeito de como manter uma empresa e em como adaptar-se às contínuas mudanças de mercado e em meio a isso, visar o crescimento sustentável e lucrativo da organização (PELISSARI, 2007). Diante desses questionamentos, é imprescindível para uma empresa de qualquer setor dispor de um planejamento estratégico correto, o qual pode auxiliar nas resoluções para essas indagações.

Segundo Kotler (1998), o planejamento estratégico pode ser definido como o processo gerencial de desenvolver e manter uma adequação razoável entre os objetivos e recursos da empresa e as mudanças e oportunidades de mercado ao longo de sua sobrevivência. O planejamento deve orientar os negócios e produtos da organização de modo que obtenha lucros e crescimento satisfatórios.

Conforme Oliveira (2002) planejamento estratégico corresponde ao estabelecimento de conjunto de providências a serem tomadas pelo gestor para a situação em que o futuro tende a ser diferente do passado, porém a empresa tem condições de agir sobre as variáveis de modo que possa exercer alguma influência. Já Drucker (1977) define planejamento estratégico como um processo contínuo, sistemático, organizado e capaz de prever o futuro, de maneira a tomar decisões que minimizem riscos.

## Diagnóstico Estratégico

A primeira fase do planejamento estratégico e uma das mais importantes é o diagnóstico estratégico, o qual tem o objetivo de analisar a empresa interna e externamente e revelando seus pontos fortes e fracos, oportunidades e ameaças e mostrando qual a real situação da organização no momento. De acordo com Oliveira (1988), o diagnóstico estratégico deve considerar o ambiente da organização e as variáveis pertinentes, identificando as ameaças e as oportunidades, conhecendo seus pontos fortes e fracos, para que se busquem ações integradas.

Costa (2006) define o diagnóstico estratégico como um processo formal e estruturado que procura avaliar a existência e a adequação das estratégias vigentes na organização em relação ao andamento de transformações para a construção de seu futuro.

É fundamental que o diagnóstico estratégico seja realista, completo e impar-



cial, evitando possíveis problemas futuros no desenvolvimento e na implantação do planejamento estratégico e das estratégias empresariais. A seguir identificaremos os componentes do diagnóstico estratégico.

## Análise de SWOT

A Análise SWOT (*Strenghts, Weaknesses, Oportunities e Threats*). é uma ferramenta estrutural da administração, a qual é utilizada na análise do ambiente interno e externo, com o objetivo de formular as estratégias da empresa, sendo assim, auxilia na elaboração do planejamento estratégico da organização. O termo SWOT significa forças, fraquezas, oportunidades e ameaças (FERNANDES; BERTON, 2005). Sua aplicação divide-se em ambiente interno (Forças e Fraquezas) e ambiente externo (Oportunidades e Ameaças). Para Cooper e Argyris (2003), embora seja uma ferramenta simples, SWOT é uma excelente forma de avaliar a posição estratégica. Sem limites impostos por planejamentos empresariais e com pensamentos independentes, muitos executivos utilizam esta ferramenta para reavaliar negócios em andamento. Uma forma de análise simples, sem maiores exigências e no final a organização identifica quais informações podem ser utilizadas para o objetivo de pesquisa.

Segundo Fernandes e Berton (2005) a análise SWOT confronta as ameaças e oportunidades do ambiente com as forças e fraquezas da organização e, a partir dessa comparação, gera insumos para as estratégias da empresa. E ainda segundo os autores, os seguintes processos devem ser seguidos para uma boa ação estratégica: identificar os elementos da análise de mercado; juntar esses elementos com o diagnóstico estratégico; fazer a análise swot, e elaborar um plano de ação.

Sabe-se que para se manter saudável no mercado, é de extrema importância conhecer o ambiente no qual a empresa atua em todos os aspectos: clientes, concorrentes, cadeias de suprimento, tecnologia, valores e recursos da sociedade. Carvalho (2007) explica que a análise de SWOT tem como objetivo reconhecer as limitações, maximizando os pontos fortes da organização, enquanto monitora oportunidades e ameaças do ambiente competitivo.

A análise de SWOT busca responder à pergunta básica “qual a real situação da empresa quanto a seus aspectos internos e externos?”, verificando o que a empresa tem de bom, regular ou ruim no seu processo administrativo. Esta análise deve ter enfoque no momento atual, bem como no próximo momento ou desafio, com a finalidade de constituir-se na dimensão crítica para o sucesso permanente. Entretanto todas as empresas devem fazer revisões periódicas de suas estratégias, dentro de um processo contínuo de identificação das ameaças e oportunidades externas (OLIVEIRA, 2004).

Segundo Machado e Kuenel (2009), as alterações no ambiente podem surgir



oriundas de tecnologias emergentes, mudanças no comportamento da sociedade e, por conseguinte, nas demandas dos clientes, ou ainda no resultado de movimentos de concorrentes no mercado.

Uma boa estratégia depende do correto mapeamento do ambiente e constante monitoramento, para rapidamente capitalizar as oportunidades ou neutralizar as ameaças. Sendo assim, é fundamental que as organizações conheçam a si mesmas, tanto os aspectos positivos quanto negativos e no ambiente interno e externo para que possam explorar adequadamente o seu potencial, recursos e evitar situações e decisões que possam colocá-las em situações de desvantagem.

## Forças Competitivas de Porter

A constante busca de novas oportunidades de crescimento da produção e ampliação do mercado impulsiona as empresas à adoção de novas técnicas e estratégias visando a limitação da concorrência (ARAGÃO et al., 2006). Essas estratégias não são só importantes enquanto dimensões de crescimento, mas também como dimensões de estrutura de mercado, que em determinados casos podem ser importantes para se compreender o comportamento de uma empresa e o seu desempenho no mercado em que atua.

Segundo Porter (1997), apenas uma empresa que possui vantagens competitivas é capaz de alcançar um desempenho superior aos dos seus concorrentes. O autor coloca que a identificação dos pontos fortes e fracos, bem como competências básicas não são suficientes para tal. Além disso, Ghemawat (2001) descreve que a estrutura do setor na qual a empresa opera, influi significativamente o seu desempenho econômico.

A concorrência está intrinsecamente ligada ao sucesso ou ao fracasso de qualquer empresa. Entretanto, segundo Porter (1990), a escolha da estratégia competitiva está baseada em como determinar a atratividade do negócio em termos de rentabilidade a longo prazo e quais os fatores que determinam essa atratividade e em como determinar o posicionamento competitivo da empresa dentro de um segmento ou ramo de negócio. "Ramos de negócios diferentes oferecem oportunidades diferentes de rentabilidade e a rentabilidade inerente a um ramo é um ingrediente essencial na determinação da rentabilidade de qualquer empresa que atue nele" (BETHLEM, 1998).

Conforme Porter (1986), para se analisar as indústrias nas quais a empresa compete, é necessário considerar as cinco forças competitivas básicas, as quais são:

**Ameaça de novos entrantes:** é importante que, desde o início dos negócios, se desenvolva o hábito de criar barreiras de entrada. Patentes, marcas fortes e regis-



tradas e contratos de exclusividade são algumas das formas por meio das quais a empresa pode dificultar a entrada de novos concorrentes em seu território;

**Ameaça de produtos substitutos:** os produtos estabelecem um teto nos preços, essas ameaças são representadas pelos bens e serviços que possuem a finalidade semelhante ao produto da empresa ou atendam a mesma necessidade;

**O poder de negociação dos compradores:** prejudica a rentabilidade da indústria, pois procuram melhorar a relação custo-benefício através da diminuição de preços ou do aumento dos benefícios recebidos através dos produtos;

**O poder de negociação dos fornecedores:** o poder de barganha dos fornecedores é grande quando existem poucos fornecedores e o setor é dominado por poucas companhias e é mais concentrado do que a indústria para a qual vende, não existem outros produtos substitutos;

**Rivalidade entre os competidores existentes:** é importante saber quais os pontos fortes das empresas que vendem um mesmo produto similar, ou que participam do mesmo segmento.

A energia ou o vigor de cada uma das forças descritas por Porter está diretamente vinculado à estrutura de cada negócio e são dependentes de uma série de avaliações, seja da política governamental, dos custos da mudança, da diferenciação e identidade da marca, seja da economia de escala, entre outras.

Para Porter (2004) a essência da estratégia é a criação de uma posição única e valiosa, envolvendo a escolha de um arranjo interno de atividades que permitam que a empresa se diferencie de seus concorrentes.

## Desperdício de frutas, legumes e verduras

Promover o aumento do consumo de frutas, legumes e verduras (FLV) tornou-se uma prioridade em saúde pública em vários países na última década. Existem evidências de que as mulheres consomem mais FLV do que os homens. No entanto, quando comparados ambos os sexos, o maior consumo foi observado entre os indivíduos mais velhos e os com maior escolaridade (FIGUEIREDO et al., 2008).

O CONSEA - Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional tem como objetivo principal aumentar o consumo, a produção e a comercialização de alimentos saudáveis como frutas, legumes e verduras na perspectiva de promoção da saúde, do respeito e valorização aos hábitos alimentares culturalmente referenciados, de maneira articulada e integrada à agricultura familiar, desenvolvimento sustentável.



Diante dessa proposta de incentivo ao consumo de frutas, legumes de verduras, tem-se dados alarmantes de desperdício. Cerca de um terço da produção mundial de alimentos é jogada fora todos os anos. Dados da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura apontam que o volume de 1,3 bilhão de toneladas de alimentos é perdido ou desperdiçado anualmente em todo o mundo (FAO, 2015).

De acordo com estudos da FAO (2015), 54% das perdas e desperdício de alimentos no mundo acontecem na fase inicial da produção, manipulação, pós-colheita e armazenagem e 46% ocorrem nas etapas de processamento, distribuição e consumo. Os motivos para as perdas e desperdício de alimentos são inúmeros e ocorrem ao longo de toda a cadeia agroalimentar. Condições inadequadas de armazenamento e transporte, adoção de prazos de validade curtos a preferência dos canais habituais de distribuição por frutas e legumes perfeitos em termos de formato, cor e calibre, o que acaba por restringir o consumo de alimentos que não se enquadrem nesses padrões (os “feios”). Essa exigência, portanto, tende a agravar o desperdício de produtos perfeitamente adequados para consumo (SABIO et al., 2015).

Em março de 2014, para pôr fim ao desperdício de frutas e legumes na França, uma rede de supermercados ofereceu vender os produtos negligenciados. A rede Intermarché lançou a operação “frutas e legumes feios” e, desde então, outras redes a seguiram.

A falta de planejamento e o inchaço da cadeia de comercialização, com a inserção de muitos intermediários entre o produtor e o consumidor final faz com que apenas na produção de frutas (30 milhões de toneladas por ano), o desperdício varie de 20% a 35%, enquanto que no segmento de hortaliças (27 milhões de toneladas por ano) as perdas oscilam entre 20% e 50%, de acordo com Silva (2011).

O desperdício de bens tão preciosos à vida quanto os alimentos se deve, em parte, a nossa história, de um país que no início servia a Portugal apenas como colônia de exploração de recursos naturais. A motivação de ganho imediato somada a uma vastidão de terras que para os europeus parecia “sem fim”, fez com que se originasse um modelo predatório de agricultura que ainda hoje permanece, apesar das mudanças tecnológicas e da diversificação produtiva que ocorreu a partir do século XX (PÁDUA, 2003).

Segundo a pesquisa realizada pela equipe da Hortifruti Brasil sobre o destino das frutas e hortaliças fora do padrão estético no Brasil, constataram que se entende por “produtos feios” aqueles com alterações no aspecto visual, mas de qualidade interna inalterada. O levantamento mostrou que os produtores mesmo não conseguindo remuneração pelos produtos “feios”, eles buscam alternativas para que esses alimentos sejam aproveitados.





Dentre os destinos, estão restaurantes, indústrias (quando há na região) e mercados locais de áreas de menor poder aquisitivo. Quando não conseguem a comercialização, produtores fazem doações a instituições sociais ou para os destinam para ração animal.

No Brasil, o Atacadão, rede atacadista que faz parte do grupo Carrefour, foi o primeiro entre as redes comerciais a implementar um programa de estímulo à mudança de mentalidade sobre a aparência das frutas e legumes adquiridos. Trata-se do Sans Form, ou “Sem Forma”, em português, que tem objetivos semelhantes aos da campanha da rede francesa Intermarché. (SABIO et al., 2015).

## METODOLOGIA

O presente trabalho trata-se de um estudo de caso realizado no Curso de Engenharia de Produção da Universidade Estadual do Maranhão, na disciplina de Marketing Industrial, ministrada no 8º período, no interstício de agosto a dezembro de 2015.

Foi solicitado aos alunos que construíssem uma empresa fictícia com produto ou serviço inovador, enfatizando os conceitos de diagnóstico estratégico, por meio da utilização das seguintes ferramentas: análise de SWOT e Forças Competitivas de Porter.

A análise SWOT é uma ferramenta utilizada para fazer análises de cenário ou ambientes, tornando-se referência para a gestão e o planejamento estratégico de uma organização (DAYCHOUW, 2007). Consiste em um sistema simples que estuda a competitividade de uma organização segundo quatro variáveis: *Strengths* (Forças), *Weaknesses* (Fraquezas), *Oportunities* (Oportunidades) e *Threats* (Ameaças) (RODRIGUES et al., 2005).

Quanto as Forças Competitivas de Porter, trata-se de um modelo de análise mercadológica que considera cinco fatores como “forças competitivas”, entre estes: rivalidade entre os concorrentes; ameaça da entrada de novas empresas; poder dos fornecedores; poder dos compradores (clientes); e ameaça de produtos e serviços substitutos. A partir desse modelo é possível que a organização analise o grau de atratividade de um determinado setor da economia, identifique os fatores que afetam a competitividade, sejam eles internos ou externos ao seu ambiente, e permite que a organização observe sua capacidade de servir o cliente e de obter lucros (PORTER, 1986).

Com objetivo de atender a proposta solicitada, foi criada a empresa Naturar, que tem como missão: “Tratar e oferecer alimentos, frutas, hortifrúti danificados por meio de produtos saborosos, de qualidade e com preço justo, incentivando clientes e colaboradores a adotarem hábitos saudáveis e sustentáveis”. Além dis-



so, a empresa visa: “Ser referência em São Luís, até 2018, como a empresa que oferece frutas, hortifrúteis e legumes danificados de forma mais eficiente, sustentável, saborosa e com preço justo”.

Cabe ressaltar que o ramo de atuação do empreendimento supracitado é o aproveitamento e processamento de FLV (frutas, legumes e verduras) desconsiderados no mercado devido sua aparência pouco atrativa. Essa prática visa amenizar a ineficiência de mercado, gera valor para os agricultores, feirantes e consumidores, e combater tanto o desperdício alimentar como o gasto desnecessário dos recursos utilizados na sua produção.

Para o embasamento teórico, realizou-se buscas em sites de pesquisa com intuito de compreender melhor a área de produção FVL, mapear as práticas de aproveitamento de FLV rejeitados no mundo, identificar seus possíveis concorrentes e fornecedores, como esse setor influencia no cenário atual do mercado, definição do público alvo, elaboração de produtos e modelagem do a serviço a ser prestado pela Naturar. Além disso, buscou-se ainda na literatura estudos relacionados a estudo de diagnóstico estratégico, análise SWOT e Forças Competitivas de Porter.

De posse dessas informações aplicou-se essas ferramentas na Naturar com o auxílio de uma planilha desenvolvida no software Excel. Na mesma, traçou-se estratégias para alguns aspectos que foram considerados negativos para o empreendimento. A demonstração dos dados ocorreu por meio de tabelas. Desse modo, essa atividade foi entregue ao professor responsável da disciplina para avaliação e elaboração de *feedback* a equipe.

## RESULTADO

### Análise de SWOT

Considerando a pesquisa realizada, a Naturar elaborou a análise SWOT definindo uma estratégia para cada aspecto considerado na análise.

No que tange pontos fortes Internos a empresa considerou cinco aspectos e propôs duas estratégias, ambos estão descritos na tabela 1.



TABELA 1 – Pontos Fortes Internos

Forças		Estratégia
1	Empresa inovadora no mercado	Utilizar esse artifício para agregar valor na promoção do produto.
2	Preços competitivos e acessíveis	
3	Diversidade de produtos	
4	Produto Sustentável	
5	Equipes preparadas (funcionários)	Garantir qualidade e sabor dos produtos.

Quanto as oportunidades externas, a Naturar citou cinco aspectos e quatro estratégias que estão detalhados na tabela 2.

TABELA 2 - Oportunidades

Oportunidades		Estratégia
1	Criar novas opções de produtos alimentícios mais saudáveis	Apresenta-se como opção para aderir uma alimentação mais saudável, barata e saborosa.
2	Influência na economia do consumidor	Apresenta-se como uma opção para reduzir gastos.
3	Introdução em novos mercados	---
4	Aumento da cultura sustentável	Apresenta-se como o lugar referência, que adota ações e incentiva seus clientes a hábitos sustentáveis.
5	Introdução de produtos menos calóricos	Apresenta-se como uma opção para aderir uma alimentação mais saudável, barata e saborosa.

Para as fraquezas internas a empresa listou na tabela 3 quatro aspectos com suas respectivas estratégias.

TABELA 3 - Fraquezas

Fraquezas		Estratégia
1	Taxas governamentais (impostos)	Estudar a incentivos fiscais que ocorrem por meio da compensação e adotar na empresa afim de obter dedução/redução de impostos.
2	Número de funcionários preparados reduzido	Buscar profissionais que possam ser treinados conforme os objetivos e valores da empresa.
3	Falta de automação	Buscar no mercado utensílios culinários que facilitem a produtividade; participar de feiras e eventos que mostre as inovações do mercado na área da cozinha investir em equipamentos.
4	Produtos perecíveis	Adotar produtos e técnicas para conservar alimentos.

A tabela 4 descreve duas ameaças e suas respectivas estratégias para mitigação e/ou eliminação.

TABELA 4 – Ameaças

Ameaças		Estratégia
1	Concorrentes (supermercados, feiras, restaurantes...)	Apresentar produtos atraentes e saborosos, reforçar nossa cultura sustentável e garantir os melhores preços.
2	Número de funcionários preparados reduzido	Buscar profissionais que possam ser treinados conforme os objetivos e valores da empresa.

## Análise Cinco Forças Competitivas de Porter

Seguindo as orientações de Porter e considerando o cenário que a Naturar está inserido, elaborou-se a análise das Cinco Forças Competitivas de Porter, apontado estratégias para cada aspecto considerado.

A tabela 5 trata do poder de barganha dos fornecedores, sendo nesta listado cinco aspectos e duas estratégias.



TABELA 5 – Poder de Barganha dos Fornecedores

<b>Poder de Barganha dos Fornecedores</b>		<b>Estratégia</b>
1	Muitos fornecedores de matéria prima	Garantir matéria prima ao menor preço.
2	Matéria prima visa produtos danificados e perto de vencer	
3	A disponibilidade de produtos substituídos é alta	
4	A diferenciação dos produtos e serviços dos fornecedores é baixa	
5	Pouca mão de obra especializada para preparar os produtos	Promover cursos profissionalizantes e treinamentos.

A tabela 6 relata os quatro aspetos e estratégias consideradas quanto ao poder de barganha dos compradores.

TABELA 6 – Poder de Barganha dos Compradores

<b>Poder de Barganha dos Compradores</b>		<b>Estratégia</b>
1	Baixa concorrência no que tange reaproveitamento alimentar	Tornar-se referência local.
2	Diferenciação dos produtos em relação ao mercado	Promover a satisfação e o atendimento a necessidade do cliente.
3	Volume de compra moderado	Incentivar o cliente a levar só o necessário; oferecer diversidade de produtos.
4	Alta lucratividade para os compradores	Amenizar as perdas no processo, aproveitar o máximo e repassar ao cliente um preço justo e baixo.

As tabelas 7, 8 e 9 tratam respectivamente dos produtos substitutos, novos entrantes e rivalidade do mercado.

TABELA 7 – Produtos Substitutos

Produtos Substitutos		Estratégia
1	Outros legumes - grande variedade	Salientar os benefícios e sabor dos legumes.
2	Geleias e doces	Ressaltar sabor, facilidade de consumo e uso para complementar as refeições.
3	Alimentos prontos para serem consumidos (bolos, tortas, ...)	
4	Produtos sustentáveis (sacolas, depósitos, ...)	Ressaltar preço, diminuição das despesas, sustentabilidade e facilidade de reuso.

TABELA 8 – Novos Entrantes

Novos Entrantes		Estratégia
1	Supermercados	Buscar parceria - sermos fornecedor para o supermercado.
2	Novas empresas	Tornar-se referência no mercado local.

TABELA 9 – Rivalidade do Mercado

Rivalidade do Mercado		Estratégia
1	Feiras, Ceasa, supermercados, sacolões e empórios	Promover o sabor, preço e a sustentabilidade dos produtos.
2	Baixo número de concorrentes	Tornar-se referência no mercado local.
3	Baixa diversidade dos produtos do concorrente	Oferecer diversidade de produtos.
4	Custo elevado dos concorrentes	Oferecer um preço justo e baixo/competitivo.

## CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo principal realizar o diagnóstico estratégico de uma empresa fictícia no ramo da alimentação utilizando as ferramentas análise de SWOT e Forças competitivas de Porter. Para isso, foi feita toda a análise da empresa, analisando sua visão, objetivos organizacionais, recursos disponíveis para começar a elaborar o diagnóstico estratégico da mesma.

A realização do diagnóstico estratégico na empresa permitiu analisar o am-



biente interno e externo da organização e formular estratégias, onde os resultados obtidos através da matriz de correlação de SWOT nos mostrou os pontos fortes internos da Naturar, em que a sua força em destaque foi ela ser uma empresa inovadora no mercado, e como oportunidade a capacidade de criar novas opções de produtos alimentícios mais saudáveis evitando o desperdício. No aspecto fraqueza identificou-se, dentre outros, a falta de automação, e em ameaças, os concorrentes diretos. Alinhando a análise de SWOT com as forças competitivas de Porter, auxiliou na compreensão do comportamento da empresa e o seu desempenho no mercado.

Dessa forma, como a realização do diagnóstico estratégico corresponde a apenas a primeira fase do processo de planejamento estratégico, sugere-se para trabalhos futuros a elaboração de um roteiro completo para a implementação do planejamento estratégico de uma empresa de pequeno porte, com todas as suas particularidades.

## RELEVÂNCIA

A utilização de ambas as ferramentas em uma empresa fictícia fornece subsídios bem qualificados para que se tenha tanto a visão de competitividade sob a ótica de um ambiente a qual a empresa está inserida por meio da Análise Competitiva de Porter, quanto em relação à contextualização do cenário competitivo que nos leva a uma visão de posicionamento da empresa, indicando caminhos possíveis de melhorias (ambiente interno), assim como, antecipação de ameaças e aproveitamento de oportunidades (ambiente externo), aspectos considerados na análise SWOT.

Diante disso, cabe aos engenheiros de produção a percepção de como utilizar estas ferramentas da melhor forma possível, para que os resultados estejam de acordo com o esperado pela a organização.

## Referências

ARAGÃO, R. J. C.; NETO, S. P. S.; VILAS BOAS, A. A. *Gestão Estratégica de uma Indústria Farmacêutica de Sucesso*. III SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. RJ, Brasil. 2006.

COSTA, E. A. *Gestão Estratégica*. São Paulo: Saraiva, 2006.

DAYCHOUW, M. *40 Ferramentas e Técnicas de Gerenciamento*. 3ª Edição. Rio de Janeiro: Brasport, 2007.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE NATIONS. *Contruindo resiliência e segurança alimentar sustentável*. 2015

FERNANDES, B. H. R; BERTON, L.H. *Administração Estratégica: da competência empreendedora à avaliação de desempenho*. São Paulo: Saraiva, 2005.



MACHADO, M. M.; KUENEL, T. Elaboração de um planejamento estratégico para a empresa Ide Mel. *Revista Interdisciplinar Científica Aplicada*, Blumenau, v.3, n.4, p.38-60, Sem II 2009. Temática TCC.

OLIVEIRA, D. P. R., *Planejamento estratégico - conceitos, metodologia e prática*. 28. Ed. São Paulo: Atlas, 2010.

PÁDUA, J. A. A insustentabilidade da agricultura brasileira. In: Encontro Nacional de agroecologia: *Anais/Oswaldo Santana Alves*. Rio de Janeiro: AS-PTA, 2003.

PELISSARI, A. S. *Processo de formulação de estratégias em pequenas empresas com base na cultura corporativa e competências gerenciais*. Santa Bárbara d'Oeste 2007. UNIMEP, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo.

PORTER, M. E. *Estratégia Competitiva - Técnicas para análise de indústrias e da concorrência*. 18ª Edição. São Paulo: Campus, 1986.

RODRIGUES, J. N.; et al. *50 Gurus Para o Século XXI*. 1ª Edição. Lisboa: Centro Atlântico.PT, 2005. SABIO, R. P.; GARCIA, J. B.; DUARTE, E. N, PACHECO, A. L. A vez dos hortifrúti feios. In. *Revista hortifrúti Brasil*, agosto-2015. Disponível em: <http://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/capa/a-vez-dos-hfs-feios.aspx>. Acesso em: 01 de julho de 2016.

SILVA, A.S. *Consumo adequado de frutas, legumes e verduras: associação com fatores sociodemográficos, comportamentais e de saúde*. Dissertação (mestrado em Nutrição Humana) - Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília, Brasília, 2011.





# AUTORES

## **Alberth Rodolfo Ferreira Viana**

Atualmente é da Universidade Estadual do Maranhão. Tem experiência na área de Engenharia Mecânica.

## **Daniel Luiz Fernandes**

Possui Graduação em Administração de Empresas pela Fafijan - Faculdade de Jandaia do Sul (2008); MBA em Gerenciamento de Projetos pela FGV - Fundação Getúlio Vargas (2010); Pós Graduação em Gestão Ambiental pela Unifamma - Centro Universitário Metropolitano de Maringá (2011); Pós Graduação em Comércio Exterior e Logística Empresarial pela Fecea - Faculdade Estadual de Ciências Econômicas de Apucarana (2011); Mestrado em Bioenergia pela UEM - Universidade Estadual de Maringá (2019); Cursando Graduação em Engenharia de Produção pela UFPR - Universidade Federal do Paraná desde 2018. Atua no setor de Bioenergia com foco em Levedura para processo e nutrição a 13 anos.

## **Derlicio Carlos Goes Sousa**

Graduado em engenharia de produção - UEMA. Assessor Especial na Secretaria de Estado de Direitos Humanos e Participação Popular.

## **Douglas Mamoru Yamanaka**

Possui graduação em Licenciatura em Física pela Universidade de São Paulo (2000). Atualmente é pesquisador assistente do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. Tem experiência na área de Engenharia Mecânica, com ênfase em Metrologia, atuando principalmente nos seguintes temas: metrologia dimensional, calibração e sistemas de medição.

## **Eduardo Mendonca Pinheiro**

Doutorado em Agroecologia pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA, em andamento). Mestre em Agroecologia pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA, 2017). Especialista em Gestão Agroindustrial pela Universidade Federal de Lavras-MG (UFLA, 2006), Especialista em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário Internacional (UNINTER, 2017). Graduado em Agronomia pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA, 2004), Licenciatura Plena pela Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL, 2008). Mestrado em Engenharia pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA, interrompido em 2014). Técnico Nível Superior - Engenheiro Agrônomo pela Secretaria Municipal de Agricultura, Pesca e Abastecimento de São Luís (SEMAPA). Sócio Proprietário da Editora Pascal LTDA. Professor substituto do Curso de Engenharia de Produção na Universidade Estadual

do Maranhão (2014-2016). Professor dos cursos de Engenharia de Produção, Engenharia Mecânica e Engenharia Ambiental pela Faculdade Pitágoras/FAMA. Professor Conteudista e Pesquisador do Curso de Tecnologia de Alimentos pela UEMANET. Consultor pelo Programa Alimentos Seguros (PAS). Têm experiência em agricultura, gestão e processo produtivo industrial com ênfase em alimentos e bebidas. Já atuou como consultor e instrutor no setor de alimentos e bebidas pelo SENAI-MA (2004-2014). Atuou na Assessoria técnica na Secretária de Estado de Agricultura do Maranhão (2015-2017).

### **Fabio Gomes Monteiro**

Graduado em Engenharia Florestal na Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Paragominas. Foi Bolsista de Iniciação Científica do CNPq. Participou no Grupo de Pesquisa Ciência Florestal na Amazônia e de Projetos como: Crescimento e produção de madeira em uma floresta de terra firme durante 30 anos após a exploração de impacto reduzido, na Amazônia brasileira; Licenciamento do manejo florestal no Estado do Pará; e Ecologia e caracterização dendrométrica de floresta plantada na região de Paragominas. Atuando principalmente nos seguintes temas: fitossociologia, manejo florestal: exploração florestal de impacto reduzido, regeneração de espécies arbóreas, inventário. Atualmente Mestrando em Ciências Florestais na Universidade Estadual do Centro Oeste - UNICENTRO, Área de Pesquisa: Manejo Florestal Sustentável.

### **Fabricio Hernandes de Freitas**

Possui graduação em Geografia pela Universidade Estadual de Maringá, especialização em MBA em Gestão Ambiental pelo União de Faculdades Metropolitanas de Maringá (2010) e mestrando em Bioenergia pela Universidade Estadual de Maringá. MBA em Direito e Gestão Ambiental pela União de Faculdades Metropolitanas de Maringá, UNIFAMMA (2009).

### **Fabricio Ventura Barsi**

Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal de São Carlos (2002), mestrado em Engenharia Química pela Universidade Federal de São Carlos (2005) e doutorado em Engenharia Química da Universidade Federal de São Carlos (2009). Tem experiência na área de Engenharia Química, com ênfase em Reatores Químicos Heterogêneos e Catálise, atuando principalmente nos seguintes temas: isomerização, catalisadores bimetálicos. De 2010 a 2012 foi professor colaborador vinculado ao curso de Engenharia de Alimentos e em abril de 2012 tornou-se professor adjunto vinculado ao curso de Engenharia Ambiental da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO). Atualmente é professor adjunto C do departamento de Engenharia Ambiental desde 2017.



## **Gabriel Menon de Lima**

Natural de Ponta Grossa, Paraná. Graduado em Engenharia Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR-CM) , Campus Campo Mourão, Brasil. Atua como profissional no setor empresarial vinculado à Engebrava - Engenharia e Consultoria Ltda., de Guarapuava (PR), desde 2017.

## **Geovanni Marcel Miguel Ayoub**

Acadêmico de arquitetura pela FAG, acadêmico de Educação Física pela Faculdade de Guairacá.

## **Gideã TQUES Tractz**

Doutorado em andamento em Química Aplicada pela Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO, Mestrado em Bioenergia pela Universidade Estadual do Centro Oeste, UNICENTRO (2019). Possui graduação em química pela Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO (2016). cursando licenciatura em química pela Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO. Tem experiência na área de Química, com ênfase em Físico Química, atuando principalmente nos seguintes temas: Produção de partículas nanométricas através da metodologia Pechini; Produção de células solares sensibilizadas por corantes (DSSC's); Caracterização eletroquímica de DSSC's.

## **Ingridiane de Campos Albuquerque**

Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade Estadual do Maranhão - UEMA. Atuou como estagiária na supervisão do trem de passageiros da Vale S/A. Foi aluna-voluntária do projeto de extensão gerenciamento doméstico do uso de energia elétrica. Assumiu a diretoria de projetos na empresa Ágil Engenharia Jr. E exerceu a função de monitora da disciplina de Planejamento e Controle da Produção do curso de Engenharia de Produção.

## **Israel Conceição Rocha**

Bacharel em Engenharia Mecânica da Universidade Estadual do Maranhão - UEMA. Estágio em uma empresa de manutenção de geradores, refrigeradores, ar-condicionados e bebedouros. Aonde além de acompanhar as equipes de manutenção realizava o controle energético da planta por meio de análises e alimentação de planilhas. Curso em Gestão de Projetos, Aplicação das Ferramentas da Qualidade, dentre outros. Participações em monitorias e em congressos nacionais e internacionais com apresentação de trabalhos autorais.



## **Juliana Aparecida Corrêa da Silva Fernandes**

Possui Graduação em Administração de Empresas pela Fafijan - Faculdade de Jandaia do Sul (2008); Pós graduação em Gestão Ambiental pela Unifamma - Faculdade Metropolitana de Maringá (2010); Curso técnico em Técnico Ambiental pelo CEAMR - Colégio Estadual Agrícola Manoel Ribas (2011); Cursou durante 3 semestres a graduação em Direito pela Unopar - Universidade Norte do Paraná (2012 a 2013); MBA em Gestão de Projetos pela USP - Universidade de São Paulo (2018); Cursando a graduação em Gestão Ambiental pela Estácio de Sá (2018 a 2020); Cursando Mestrado em Engenharia Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (2019 a 2021). Iniciou a carreira durante o segundo semestre da graduação na empresa Usina Renuka Vale do Ivaí atuando no setor de Administração Industrial na função de Estagiária, em seguida foi admitida no departamento de Recursos Humanos. Após essa experiência foi colaboradora concursada por tempo determinado no IBGE exercendo a função de Agente Censitário Supervisor. Já na Expresso Rodoviário Mediterrâneo atuou no desenvolvimento do Setor Ambiental como estudo curricular para a conclusão do Curso Técnico em Meio Ambiente. Em seguida desenvolveu trabalhos na área Ambiental como Consultora Ambiental e Organizacional. No Grupo Forus atuou como Assistente Administrativa no Departamento de Registros. Na Bio Ivaí - Comércio e Transporte de Leveduras atuou como Gerente Administrativa, empresa da qual é sócia mas no momento está afastada. Também atuou na Cocari - Cooperativa Agropecuária e Industrial como Assistente Ambiental no Departamento Ambiental e Avícola. Atualmente está desenvolvendo trabalhos de consultoria na área Ambiental e Organizacional.

## **Leandro Lisboa Matos**

Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade Estadual do Maranhão - UEMA. Graduação sanduíche em technical management - University of Dunaújváros, DUF, Hungria. Atuou como estagiário nas empresas Vale S/A. e ISD DUNAFERR Dunai Vasmu Ltd.

## **Manuel Antonio Pires Castanho**

Possui graduação em Tecnologia Mecânica pela Faculdade de Tecnologia de São Paulo Unesp (1989), mestrado em Engenharia e Ciência dos Materiais pela Universidade São Francisco (2003), doutorado em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas-Unicamp (2013). Atualmente é Pesquisador II do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Tem experiência na área de Engenharia Mecânica, com ênfase em Metrologia Mecânica, atuando principalmente nos seguintes temas: gestão, calibração, sistemas de medições, rastreabilidade e garantia da qualidade. Experiência área de materiais em Solidificação de metais e ligas nos seguintes temas: solidificação unidirecional de metais e ligas em regime transitório de extração de calor.



## **Marcos Antonio Pinheiro Ponçadilha**

Tem experiência na área de Engenharia Mecânica, com ênfase em Engenharia Mecânica, - Estudante de Engenharia Mecânica na UEMA (Universidade Estadual do Maranhão); - Bolsista de iniciação científica no período de (2014/2015), Título do Trabalho (Estudo Experimental de Combustão Pulsante; Financiado pela FAPEMA (Fundação de Amparo ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão); - Jovem Aprendiz da mineradora "Vale" (Engenharia de Intervenções Relevantes); período de ( maio de 2013/ maio de 2014); - Estagiário Técnico na Companhia de Bebidas da América Latina "Ambev" (Na área de "utilidades", suporte técnico de Engenharia e na área do "Processo", filtração de bebidas. Período de (junho de 2015/maio de 2016) - Técnico em Eletroeletrônica formado pelo SENAI (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial).

## **Mauricio Bozza Bernaz**

Graduação em Engenharia Ambiental pela Universidade Estadual do Centro Oeste e especialização em Segurança do Trabalho pela Faculdade Campo Real.

## **Marcel Miguel Ayoub**

Possui graduação em engenharia industrial ou produção elétrica/eletrônica pelo Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná - CEFET-PR (1987). Atualmente UTFPR, Especialização em Engenharia de Transito, Engenharia Biomédica, Engenharia de Segurança do Trabalho . Professor nas Faculdades Campo Real e Faculdade Guarapuava e Futura Ensino Profissionalizante. Instrutor de NR-10, NR-33 e NR-35 na Pilar Engenharia.

## **Neanderson Galvão**

Engenheiro Ambiental formando pela Universidade Estadual do Centro Oeste, mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental (PPGESA) com associação ampla entre a Universidade Estadual de Ponta Grossa e Universidade Estadual do Centro-Oeste. Doutorando no Programa de Engenharia Química da COPPE/UFRJ, pesquisa na área de tratamento de efluentes complexos por processos eletroquímicos e biológicos.

## **Paulo Henrique Pereira Araujo**

Graduando em engenharia mecânica, projetista da Equipe Coyote de eficiência energética da Universidade Estadual do Maranhão.

## **Rafael Biglia Diniz**

Possui graduação em Engenharia Ambiental pela Universidade Estadual do Centro-Oeste.



## **Tais Adeil Muller**

Mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Bioenergia pela Universidade Estadual do Centro-Oeste UNICENTRO (2018) e graduação em Ciências Biológicas Licenciatura pela Faculdade Integrado de Campo Mourão (2011). Atualmente cursa especialização em Educação Especial e Educação Inclusiva pela UNINTER, é aluna especial de Doutorado em Programa de Pós-Graduação em Bioquímica e Biotecnologia pela Universidade Estadual de Londrina UEL, trabalha no Projeto de Pesquisa e Extensão em Produção de Alcool a Partir de Cultivares de Batatas para a empresa Guará Campo e no Programa de Atendimento à Sociedade Externa na área de Produção, Análise, Ciência e Tecnologia de Alimentos no Laboratório de Análises de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias CCA. Possui experiência em Fermentação Alcoólica e Acética, Análises de Alimentos, Biocombustíveis/Biotecnologia.

## **Tatiane Barbosa Bretas**

Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (2017). Mestranda em Bioenergia pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Possui experiência na área de Engenharia Química, no setor de utilidades.

## **Tiago Francisco Ferreira**

Possui graduação em Engenharia Ambiental pela Universidade Estadual do Centro-Oeste.

## **Vinicius Mateus Silveira Martins**

Possui graduação em Abi - Geografia pela Universidade Estadual de Maringá (2009). Atualmente é professor horista - Colégio Platão de Apucarana. Tem experiência na área de Geografia, com ênfase em Geografia. Formado no bacharelado em Direito pela Faculdade de Apucarana (FAP), atualmente terminando o curso de História pela Universidade Unicesumar.

## **Wallace Lima Paulo**

Natural de São Paulo, Capital. Graduado em Engenharia Florestal pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR-DV), Campus Dois Vizinhos, Brasil. Com experiência na área de Recursos Florestais e Engenharia Florestal, com ênfase em Geociências, Recuperação de Áreas Degradadas, Tecnologia da Madeira, Silvicultura de Bambu, Pinus e Eucalipto. Foi Diretor de Movimentos Estudantis do Centro Acadêmico de Engenharia Florestal, voluntário no projeto CNPq em convênio com a COPEL de "Tecnologias de Restauração Ecológica de Matas Ciliares" e participante voluntário do Grupo de pesquisas de Bambu UTFPR-Dois Vizinhos. Membro da empresa Super Viga MLC hospedada no Hotel Tecnológico da UTFPR-DV com experiência em fabricação de vigas de madeira laminada colada. Estágio de conclusão de curso realizado na Secretaria de Desenvolvimento Rural, Meio Am-



biente e Recursos Hídricos da Prefeitura Municipal de Dois Vizinhos, atuado na área de Geociências/Sistemas de Informações Geográficas.

## **Willian Muzyka**

Possui título de bacharel em engenharia de produção pela Faculdade Campo Real (2014). Tem experiência na área de docência, com ênfase em engenharia de produção, segurança do trabalho e infraestrutura. Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Faculdade Campo Real, UNICAMPO (2016) e especialização em Educação Profissional e Tecnológica pela Faculdade São Braz, FSB (2018). Professor do Governo do Estado do Paraná.



## ORGANIZADORES



### **Julianno Pizzano Ayoub**

Possui Graduação em Engenharia Ambiental pela Universidade Estadual do Centro-Oeste. Possui Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Faculdade Campo Real. Mestrado em andamento em Bioenergia pela Universidade Estadual do Centro-Oeste. Tem experiência na área de Engenharia Ambiental, de Qualidade, Civil e de Segurança do Trabalho.



### **Marcel Ricardo Nogueira de Oliveira**

Possui Graduação em Engenharia Ambiental pela Universidade Estadual do Centro-Oeste. Possui Graduação interrompida em Engenharia Civil pela Faculdade Campo-Real. Possui Especialização em Estruturas de Concreto e Fundações pela Universidade Paranaense. Tem experiência no ramo de construção civil como proprietário de empresa e consultor. Atuou com elaboração e implantação de gestão ambiental, como PGRCC, técnicas e matéria prima sustentável. Ministrou palestras e cursos nas áreas de engenharia ambiental, civil, segurança, gestão empresarial e marketing. Pesquisador da engenharia e professor particular.



**N**este livro figura 8 capítulos onde cada capítulo desta obra apresenta pesquisas e estudos relevantes acerca da engenharia, envolvendo diversas áreas, como engenharia ambiental, tratamento por adsorção, capacidade de retenção de água do solo, engenharia de segurança do trabalho, associada a prevenção de incêndio, segurança em máquinas e equipamentos, e engenharia de qualidade com aplicação da produção enxuta e ainda estudos relacionados a corrosão de trilhos, e caracterização dimensional de cilindro de laminação.

### Aplicação

**A** obra destina-se a divulgação de trabalhos científicos realizados nas áreas de Engenharia I, II e III, com ênfase para pesquisas desenvolvidas por estudantes, docentes e pesquisadores voltados para as áreas de engenharia: ambiental, mecânica, produção, química e segurança de trabalho. Os autores esperam que esta valiosa obra lhes sirva de convite para aprofundar seus conhecimentos técnico científico e nuclear novas discussões que nos leve as fronteiras do desenvolvimento técnico científica.



Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-65-80751-06-8



9 786580 751068