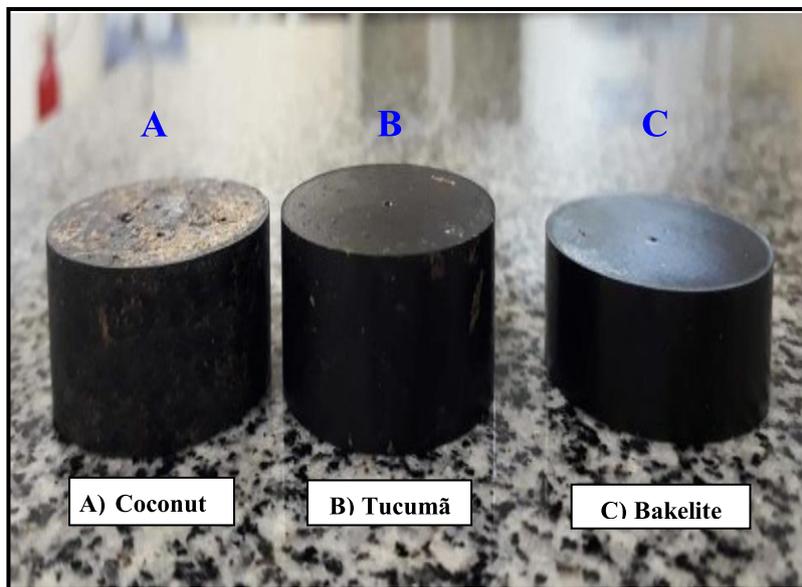




# JOURNAL OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY FOR INDUSTRIAL APPLICATIONS (JETIA)



Editor-in-Chief: J.C. Leite

Available online at [www.itegam-jetia.org](http://www.itegam-jetia.org)





---

O **JETIA – Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications (JETIA)** é uma publicação do Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia (ITEGAM), localizado na cidade de Manaus desde 2008. O **JETIA** publica artigos científicos originais que cobrem todos os aspectos de engenharia. Nosso objetivo é a divulgação da investigação original, útil e relevante apresentando novos conhecimentos sobre aspectos teóricos ou práticos de metodologias e métodos utilizados em engenharia ou que levam a melhorias nas práticas profissionais. Todas as conclusões apresentados nos artigos deve basear-se no estado-da-arte e apoiada por uma análise rigorosa atual e uma equilibrada avaliação. A revista publica artigos de pesquisa científica e tecnológica, artigos de revisão e estudos de caso.

O **JETIA** abordará temas das seguintes áreas do conhecimento: Engenharia Mecânica, Engenharia Civil, Materiais e de Mineralogia, Geociências, Meio Ambiente, Sistemas de Informação e Decisão, Processos e Energia, Elétrica e Automação, Mecatrônica, Biotecnologia e outras áreas relacionadas à Engenharia.

---

#### **Informações da Publicação:**

**ITEGAM-JETIA** (ISSN 2447-0228), online) é publicado pelo Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia (ITEGAM), com uma periodicidade trimestral (março, junho, setembro, dezembro).

#### **Informações para Contato:**

Página da WEB: [www.itegam-jetia.org](http://www.itegam-jetia.org)

E-mail: [article@itegam-jetia.org](mailto:article@itegam-jetia.org), [editor@itegam-jetia.org](mailto:editor@itegam-jetia.org)

Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia (ITEGAM).

Avenida Joaquim Nabuco, No. 1950. Centro. Manaus - Amazonas. Brasil.

CEP: 69020-031. Fone: (92) 3584-6145.

#### **Copyright 2014. Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia (ITEGAM)**

A reprodução total ou parcial de textos relacionadas aos artigos é permitida, somente no caso da fonte seja devidamente citada. Os conceitos e opiniões expressas nos artigos são de responsabilidade exclusiva dos autores.

#### **Aviso prévio**

Todas as declarações, métodos, instruções e ideias são apenas responsabilidade dos autores e não representam, necessariamente, a vista do ITEGAM –JETIA. A editora não se responsabiliza por qualquer prejuízo e/ou danos para a utilização dos conteúdos deste periódico. Os conceitos e opiniões expressas nos artigos são de responsabilidade exclusiva dos autores.

#### **Diretório**

Membros do Centro Editorial do ITEGAM – Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications (ITEGAM-JETIA) do Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia (ITEGAM) – Manaus/Amazonas/Brasil.

**Tereza Rodrigues Felipe Cabral**, Diretor – Presidente

**Jandecy Cabral Leite**, Editor Chefe Editorial

**Jorge de Almeida Brito Junior**, Assistente Editorial

**Jhonathan Carvalho da Cruz**, Diagramador Gráfico Editorial

**Paulo Francisco da Silva Ribeiro**, Assistente de Tecnologia da Informação

---

## SUMÁRIO

<i>Using the effluent treatment station sludge in the manufacture of red ceramics at the Iranduba/AM ceramic pole</i> Silvia Cibelle de Vasconcelos Moraes and Giulliane Costa de Souza	05
<i>Using the ABC curve as a tool for inventory management in a bakery and confectionery company</i> Suane de Castro Paes, Bruno Santos Corrêa, Rosivan Cunha da Silva and Mailson Batista de Vilhena	17
<i>Financial feasibility analysis in the implementation of a photovoltaic microgeneration system</i> Filipe Alves Barboza, Lucas Lira Souza and Adeon Cecilio Pinto	23
<i>The contributions of ergonomics to the production of a chair adapted for children with disabilities</i> Juliana Souza de Jesus Silva, Sillana Sena Gomes, Natássia Ariele dos Santos Neves, Nelma de Cássia Silva Sandes Galvão and Bruno Souza Fernandes	30
<i>Patterns Identification in the Consumption of Oracle Database Resources Using Weka Tool in Data Mining</i> Júlio César Brasil Pereira, Luciano Carvalho da Rocha Filho, Meirielle Silva e Silva and Rilmar Pereira Gomes	37
<i>Proposal for optimization of a pull / push process follow-up of flexible packaging in the extrusion area</i> Adriana Lima Lindoso, José Roberto Lira P. Júnior, Luiz Felipe de Araújo Costa, Mauro Cesar Aparício de Souza, David Barbosa de Alencar and Antonio Estanislau Sanches	43
<i>Reverse logistics: an analysis of the discarding of overdue supermarket products in the city of Petrolina-PE</i> Jakeline Gomes da Silva, Marcos Paulo Siqueira da Silva, Leonardo Guerra Maia and Kamilla Rayane Brito Souza	49
<i>Industry 4.0: The use of industrial automation with the internet of things support in the control of electricity via local network in the city of Manaus-AM</i> Charles Castro Ferreira, José Roberto Lira P. Júnior, Luiz Felipe de Araújo Costa, Mauro Cesar Aparício de Souza, David Barbosa de Alencar and Antonio Estanislau Sanches	55
<i>Reverse logistics: feasibility analysis of the collection and restitution of lubricating oil used or contaminated</i> Gabriel Cappello Machado, Pedro Pereira Feres and Max Filipe Silva Gonçalves	62
<i>Proposal for the implementation of a transport management system in a Manaus conveyor</i> Kelly Moraes Nunes, José Roberto Lira P. Júnior, Luiz Felipe de Araújo Costa, Mauro Cesar Aparício de Souza, David Barbosa de Alencar and Antonio Estanislau Sanches	68
<i>Case study on the application of quality tools in service level management</i> Pedro Vieira Souza Santos and Thamires Camila Tavares de Oliveira	75
<i>Frailty of urban stormwater drainage system in Mestre Chico Igarape affluent in Manaus</i> Everton Douglas Castro de Oliveira	82
<i>Simulation as a tool for process capability analysis: A case study on a beverage resale</i> Shauane Santos Silva, Marcela Gabriela Foly dos Santos, João Artur Alves Moraes and Kamilla Rayane Brito Souza	86
<i>Concrete curing analysis for high durability of structural concrete</i> Leilson Nascimento de Oliveira, Charles Ribeiro de Brito, Giuliana Leitão Oliveira, David Barbosa de Alencar and Manoel Henrique Reis Nascimento	94
<i>Study of the phenomenon of frailty of the Bead (soft bead) in the manufacture of bicycle tyres</i> Jefeson de Barros Soprano and José Antonio da Silva Souza	102
<i>Study And Analysis Of a Bakelite Array Biocomposite Using Coconut Mesocarp Fibre And Tucumã Bark As Reinforcement</i> Flávio Júnior Santiago Silva, Alinne Cristina Batista dos Santos and Ana Emilia Diniz Silva Guedes	109
<i>MASP application in identifying the causes of delays in deliveries of UC's links projects</i> Bruno Santos Corrêa, Suane de Castro Paes, Rosivan Cunha da Silva and Mailson Batista de Vilhena	115



- 
- Extraction of residual phospholipids from defatted soybean meal* **125**  
*Paula Fernandes de Siqueira Machado, Carlos Francisco Pedroso, Roberto de Campos Giordano, Paulo Waldir Tardioli and Raquel de Lima Camargo Giordano*
- Physical-mechanical performance of the concrete produced with fiber addition jute plant in the partial replacement of Portland cement in 0.5% and 1.0%* **132**  
*Bianka Caroline Cunha Firmino, Murilo Ferreira dos Santos, Darlei dos anjos Lavor, David Barbosa de Alencar, Larissa de Sá Sousa, Edson Andrade Ferreira*



## Using the effluent treatment station sludge in the manufacture of red ceramics at the Iranduba / AM ceramic pole

Silvia Cibelle de Vasconcelos Moraes<sup>1</sup>, Giulliane Costa de Souza<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Engenheira Ambiental pelo Centro Universitário do Norte (UNINORTE). Manaus – AM.

<sup>2</sup> Discente em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário do Norte (UNINORTE). Manaus – AM.

E-mail: [silviacibelle@bol.com.br](mailto:silviacibelle@bol.com.br), [giulliane\\_costa@hotmail.com](mailto:giulliane_costa@hotmail.com)

### ABSTRACT

In the search for solutions capable of minimizing the environmental impacts from wastewater treatment plants of the industrial activities related to the final destination of waste generated (SLUDGE), the present work has the purpose of presenting the results of the incorporation of sludge from a treatment plant industrial and domestic effluents in the clay for the manufacture of red ceramics. The treatment plant sludge and the clay underwent chemical and mineralogical characterization through granulometric distribution, X-ray fluorescence analysis and X-ray diffraction. The samples were homogenized in the proportions of 0%, 5%, 7% and 10% by weight of the sludge in the clay, pressed at 25 MPa, and the characterization was carried out again by X-ray diffraction, proof and then burned at 900°C. The physical and mechanical properties analyzed were: fire loss, linear retraction, water absorption, apparent specific mass, apparent porosity, Rupture to Bending stress and humidity. The results presented show similarity to the one recommended by ABNT and the base (0% of sludge). Although the samples of 10% by weight of the sludge in relation to the clay show a variation in the chemical composition due to their high organic matter content, it was possible to observe that both had as main compound SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. The physical and mechanical analysis corresponded to with a maximum percentage of 10% by weight of the sludge, reaching the objectives of the work, making feasible the aggregation of the waste generated by the industrial and domestic effluent treatment plant.

**Keywords:** clay, industrial effluent sludge, red ceramics.

### Utilização do lodo de estação de tratamento de efluentes (ETE) na fabricação de cerâmica vermelha no polo ceramista de Iranduba/AM

#### RESUMO

Em busca de soluções capazes de minimizar os impactos ambientais proveniente de estações de tratamento de efluentes (ETE) das atividades industriais relativas a destinação final dos resíduos gerados (LODO), o presente trabalho tem a finalidade de apresentar resultados da incorporação do lodo de uma estação de tratamento de efluentes (ETE) industrial e doméstico na argila para a fabricação de cerâmica vermelha. O lodo de ETE e a argila passaram por caracterizações químicas e mineralógicas, através de distribuição granulométrica, análise de fluorescência de raio-X e difração de raio-X. As amostras foram homogeneizadas nas proporções de 0%, 5%, 7% e 10% em peso do lodo na argila, prensadas a 25 Mpa, e realizado novamente a caracterização por difração de raio-X, posterior foi produzido os corpos-de-prova e em seguida queimados a 900°C. As propriedades físicas e mecânicas analisadas foram: perda ao fogo, retração linear, absorção de água, massa específica aparente, porosidade aparente, tensão de Ruptura à Flexão e umidade. Os resultados apresentados mostram semelhança ao recomendado pela ABNT e pela base (0% de lodo). Apesar das amostras de 10% em peso do lodo em relação a argila demonstrarem variação na composição química devido sua elevada taxa de matéria orgânica, pôde se observar que ambas tiveram como composto majoritário o SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. As análises físicas e mecânicas corresponderam de forma positiva, apresentando resultados muito promissores para a fabricação da cerâmica vermelha com a porcentagem máxima analisada de 10% em peso do lodo, alcançando os objetivos do trabalho tornando viável a agregação do resíduo gerado pela estação de tratamento de efluente industrial e doméstica.

**Keywords:** Argila, lodo de efluente industrial, cerâmica vermelha.

**Received:** January 12<sup>th</sup>, 2019

**Accepted:** January 25<sup>th</sup>, 2019

**Published:** March 31<sup>th</sup>, 2019

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM).

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International

License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



## I. INTRODUÇÃO

Em meados do século XX com advento da era Vargas o Brasil expandiu a industrialização, e com o marco histórico surgiu o crescimento econômico e populacional, que de fato desencadeou o consumo desenfreado dos recursos naturais e conseqüentemente a degradação do ecossistema e a poluição do meio ambiente [1]. Por tanto são inúmeras as causas das alterações ambientais oriundas das ações antrópicas e naturais, modificando paisagens e comprometendo o ecossistema, em especial ao ambiente urbano [2]. Dentre as inúmeras causas, a prática inadequada da disposição de resíduos gerados pela indústria tem sido uma das principais preocupações [3].

É crescente a preocupação com a sustentabilidade nas organizações, tornando um dos maiores desafios para sobrevivência da humanidade, surgindo à necessidade de estabelecer alguns padrões normativos para regulamentar os aspectos de controle ambiental facilitando na avaliação, [4]. O processo de tratamento adequado de uma ETE, geralmente é por meio físico-químico por batelada onde são estocados, formando misturas de resíduos similares até serem encaminhados para os reatores, e posteriormente recebem o tratamento adequado (precipitação química, quebra ácida, oxidação, redução, entre outros), e assim o efluente retorna para a natureza e o lodo é armazenado aguardando sua destinação final [5]. Qualquer estação de tratamento em que não se consiga alguma forma de disposição final do lodo está fatalmente condenada ao insucesso, assim, o tratamento e disposição de lodo devem ser geridos para minimizar problemas ambientais como odor e lançamento no ambiente de contaminantes e patógenos de acordo com [6].

O lodo de ETE é considerado um dos mais prejudiciais a vida dos seres humanos, pois causa a poluição dos rios e afeta a saúde da população. Porém é muito rico em matéria orgânica e em macro e micronutrientes [7]. A principal matéria-prima utilizada na indústria de cerâmica é a argila, dependendo de sua natureza tem sua granulometria fina e abrange uma grande variedade de substâncias minerais [8]. Visando alcançar o objetivo macro deste trabalho efetuou-se a caracterização as matérias primas, a argila e o lodo (ETE) por meio de análises químicas e difração de raio-X, preparar os corpos-de-prova com teores de 0, 5, 7 e 10% de peso do lodo agregado a massa cerâmica (argila) e realizar ensaios físicos e mecânicos dos corpos-de-prova com diferentes teores [9].

Desta forma, o objetivo geral deste trabalho é analisar a viabilidade da agregação do lodo gerado na Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) de uma indústria de produção do ramo de higiene e limpeza, na matéria prima da fabricação de cerâmica vermelha do Polo Ceramista de Iranduba-AM e assim minimizar os impactos ambientais gerados na disposição final deste resíduo (lodo) [10].

Portanto, é muito importante para a região do Amazonas saber que existem diversas formas de minimizar os impactos negativos ao meio ambiente, gerados pela disposição final de resíduos sólidos (lodo) através das estações de tratamento de

efluentes (ETE) proveniente do pólo industrial, bem como lançar possibilidade de alternativa ecológica de aproveitamento do resíduo (lodo) como matéria prima na indústria de cerâmica vermelha do município de Iranduba.

Dessa forma, tem-se como objetivo analisar a viabilidade da agregação do Lodo de Estação de Tratamento de efluentes

(ETE) na fabricação de cerâmica vermelha, buscando minimizar os impactos ambientais gerados na disposição final deste resíduo, caracterizando as matérias-primas, a argila e o lodo (ETE) por meios físico (difração granulométrica), químico (fluorescência de raio-X) e mineralógica (difração de raio-X); preparando corpos-de-prova nos teores de 0%, 5%, 7% e 10% de lodo agregado a massa cerâmica; e realizando ensaios físicos e mecânicos nos corpos-de-prova em diferentes teores de resíduo.

## II. MATERIAL E MÉTODOS

Para o presente estudo, foram coletadas duas matérias-primas, provenientes de distintas áreas de estudos.

A primeira matéria-prima foi a argila, coletada de um terreno de propriedade da empresa Cerâmica Montemar Ltda, situada no Km 30 da rodovia Manuel Urbano, no município de Iranduba no Estado do Amazonas, onde são utilizadas industrialmente para a fabricação de cerâmicas vermelhas (FIGURA 1). Os métodos de coletas foram através de sistema mecânico com utilização de retroescavadeira e caçamba. Para o estudo, a argila foi coletada em porta-amostra e acondicionada em tonéis de papelão vedado com braçadeira de aço e armazenada para ser encaminhada aos laboratórios.



Figura 1: Área de coleta da argila para estudo.

Fonte: Autores, (2018).

A segunda matéria-prima foi o lodo, cedido pela gerência de uma empresa industrial do ramo de higiene e limpeza situada na estrada BR174, no Km 02, bairro Tarumã da cidade de Manaus/Am, a amostra foi coletada da caçamba de armazenamento temporário da estação de tratamento de efluente (ETE), depois de ter passado por todo o processo de tratamento (Figura 2).



Figura 2: Estação de tratamento de Efluente de onde foi coletado o lodo.

Fonte: Opersan, (2018).

Tanto a argila quanto o lodo de ETE foram encaminhados aos laboratórios de Geotecnia (mecânica dos solos) da Universidade Uninorte, ao laboratório de Geoquímica do Departamento de Geociências da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), ao laboratório de química do Grupo Crowfoot da Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Estado do Amazonas (UEA) e ao laboratório Temático Institucional de Química de Produtos Naturais (LTQPN) do Instituto de Pesquisa Nacional da Amazônia (INPA), para a realização de diferentes ensaios da matéria-prima, determinado suas caracterizações, propriedades físicas e mecânicas conforme as etapas (Figura 3).

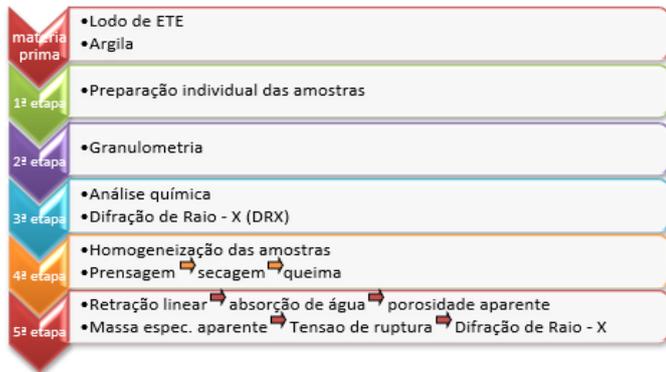


Figura 3: Fluxograma simplificado dos procedimentos. Fonte: Autores, (2018).

Inicialmente as amostras foram submetidas a um processo de secagem e destorroamento. A secagem foi realizada em estufa elétrica com o termostato regulado em  $110 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$  por um período de 24h. Após essa secagem, as amostras foram destorroadas com o auxílio de almofariz em quantidade suficiente para realizar todos os ensaios e acondicionadas em recipientes plásticos.

## II.1 CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA

A caracterização da matéria-prima foi realizada através de Difração granulométricas, Fluorescência de Raio-X (FRX), Difração de Raio-X (DRX) conforme NBR 7181/84.

### II.1.1 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Foi usado o método de sedimentação dos sólidos no meio líquido, onde os materiais (lodo e argila) foram pesados em balanças elétricas, separando 2000g de cada amostra e passada separadamente na peneira de nº 10 (2,00mm), o material retido na peneira foi acondicionado em uma bacia de alumínio e identificado como material grosso, do material que passou na peneira de nº 10 (2,00mm) foi retirado 200g e identificado como material fino, acondicionado em uma nova bacia (NBR 7181, 1984).

#### II.1.1.1 TEOR DE UMIDADE

Neste processo pesou-se 3 capsulas numeradas vazias para cada material, ou seja, 6 capsulas e anotando os pesos de cada uma delas, onde chamaremos de P1a e P1l. Em seguida foi colocado aproximadamente 50g do material na capsula e pesado novamente, onde foi chamado de P2a e P2l. O material foi para a estufa elétrica com a temperatura de  $110^\circ\text{C}$  por 24 horas. Ao tirar as capsulas da estufa, pesou-se novamente e o resultado foi chamado de P3a e P3l.

As fórmulas utilizadas para obter os resultados foram:

- a) 
$$P_a = P_2 - P_3 \quad (1)$$
- b) 
$$P_s = P_3 - P_1 \quad (2)$$
- c) 
$$H\% = \frac{P_a}{P_s} \times 100 \quad (3)$$
- d) 
$$F_c = \frac{100}{100 + h\%} \quad (4)$$

O resultado de umidade higroscópica e o fator de correção (Tabela 1) serviram como base de cálculo para a análise granulométrica.

Tabela 1: Teor de umidade das amostras.

Resultado encontrado (média)	Lodo ETE- P3l	Argila - P3a
Peso cápsula (g)	21,36	14,07
Cápsula e solo umido (g)	73,96	87,31
Cápsula e solo seco (g)	66,84	85,89
Solo seco (g)	45,48	71,82
Água (g)	7,12	1,42
Umidade higroscópica(%)	3,58	3,59
Fator de correção	0,97	0,97

Fonte: Autores, (2018).

Nesta etapa as amostras (argila e lodo ETE) foram submetidas ao processo de peneiramento e depois pelo método de sedimentação dos sólidos no meio líquido (Figura 4).

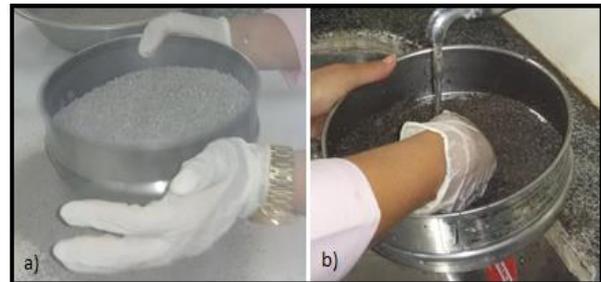


Figura 4: (a) - Peneiramento da amostra. (b) - Sedimentação da amostra. Fonte: Autores, (2018).

O material grosso (argila e Lodo) que ficou retido na peneira de nº10 foi lavado com água corrente até que a água fique limpa (transparente) devolvendo o material da peneira para o recipiente de alumínio e levando – o para a estufa a temperatura de  $110^\circ\text{C}$  novamente onde permaneceu por 12 horas, após as 12 horas o material seco foi retirado da estufa e realizado o processo de peneiramento passando pelas seguintes peneiras:  $1^{1/2}$ ”,  $1$ ”,  $3/4$ ”,  $3/8$ ”, Nº4, Nº10 (Figura 5).



Figura 5: Peneiras do material grosso para a separação de grãos. Fonte: Autores, (2018).

O material fino (argila e Lodo) que ficou retido na peneira de nº 200 foi lavado com água corrente até que a água ficasse limpa (transparente) devolvendo o material da peneira para o recipiente de alumínio e levando – o para a estufa a temperatura de 110° C novamente onde permanecerá por 12 horas, após as 12 horas o material seco foi retirado da estufa e realizado o processo de peneiramento passando pelas seguintes peneiras: Nº16, Nº30, Nº40, Nº50, Nº100, Nº200 (Figura 6).



Figura 6: Peneiras do material fino para a separação de grãos.

Fonte: Autores, (2018).

Depois de peneirar mensurou-se o peso de cada amostra retida na peneira e realiza os seguintes cálculos:

Material grosso: calculou-se o peso do material retido na peneira nº10, somando o peso das amostras retidas em todas as peneiras. Obter porcentagem da Amostra Total.

$$\frac{Pr}{Ps} \times 100 \quad (5)$$

Obtenção de porcentagem acumulado, é a soma do resultado encontrado na porcentagem da amostra total. Obtenção de porcentagem que passa da amostra total, é subtraído 100% pelo valor encontrado na porcentagem acumulada.

Material fino: Calculou-se a amostra parcial seca, multiplicando-se pela amostra parcial úmida pelo fator de correção da umidade higroscópica. Obtenção de porcentagem da amostra total, é dividido o peso retido pelo o peso da amostra parcial seca, multiplicado por 100.

$$\frac{Pr}{Ps} \times 100$$

Obtenção de porcentagem de acumulado, é a soma do resultado encontrado na porcentagem da amostra total. Para de obter porcentagem da que passa da amostra parcial, é subtraído 100% pelo valor encontrado na porcentagem acumulado. Para se obter porcentagem que passa da amostra total, é coletado o último valor da porcentagem que passa da amostra total da peneira nº10, multiplicado pelo valor da % que passa na amostra parcial, dividido por 100.

### II.1.2 FLUORESCÊNCIA DE RAIOS-X

Foram realizadas as análises químicas da argila e lodo moído (10g de cada) através da Fluorescência de Raios-X. Esta é uma técnica analítica multielementar e não destrutiva usada para obter informações qualitativas e quantitativas da composição elementar das amostras.

Para análises das amostras, o lodo e argila foram conformados em pastilhas de ácido bórico (Figura 7), prensados em prensa pneumática de marca Rigaku, modelo PCA 30.

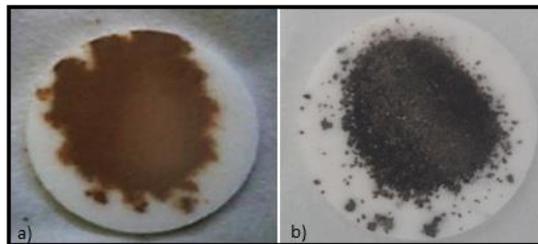


Figura 7: (a) - Pastilha de Argila (b)- Pastilha do lodo de ETE.

Fonte: Autores, (2018).

Após conformação as amostras foram colocadas no Espectrômetro (Figura 8) para fluorescência de Raios-X, da marca RIGAKU, Modelo Supermini, afim de se quantificar os elementos químicos presentes nas amostras.



Figura 8: Espectrômetro para Fluorescência de Raios-X.

Fonte: Autores, (2018).

### II.1.3 DIFRAÇÃO DE RAIOS-X

Para as análises da estrutura foi utilizado 20g dos materiais (lodo e argila) passante na peneira de nº 200 (abertura de 74 mm), adicionando água destilada e hidróxido de amônio (NH4OH), agitou-se e foram para a secagem em estufa a 100°C e posterior colocado em lâmina para identificação da composição mineralógica da argila e lodo de ETE, foi utilizado um aparelho de difração de raios-X, da marca LAB-X SHIMADZU, modelo XRD - 6000 com tubo de raios-X cerâmico e anodo de cobre (Figura 9).



Figura 9: Equipamento de Difração de raios-X.

Fonte: Autores, (2018).

As condições instrumentais utilizadas foram: 5° a 7° em 2 $\theta$ ; voltagem de 40 kV e corrente de 30 mA; tamanho do passo: 0,017° em 2 $\theta$  e 10,34s o tempo/passo; fenda divergente 1/4° e anti-espalhamento de 1/2°; máscara de 10mm; amostra em movimentação circular com frequência de 1 rotação/s. O software usado para o processamento de dados foi o OriginPro 8.

## II.2. PREPARAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

Após caracterização as matérias-primas foram submetidas ao processo homogeneização para formulação da massa cerâmica em diferentes proporções. Em seguida foram realizadas prensagem, secagem e queima dos corpos de prova.

Foram confeccionados corpos de prova com diferentes proporções de resíduo na argila, sendo 0%, 5%, 7% e 10%.

### II.2.1 FORMULAÇÃO E HOMOGENEIZAÇÃO

Para a formulação e homogeneização da massa cerâmica, foi utilizada uma balança analítica de marca Marte, modelo AS 1000 C Classe II, calibrada de acordo com a portaria do INMETRO/Dimel nº 002/2004 (Figura 10).

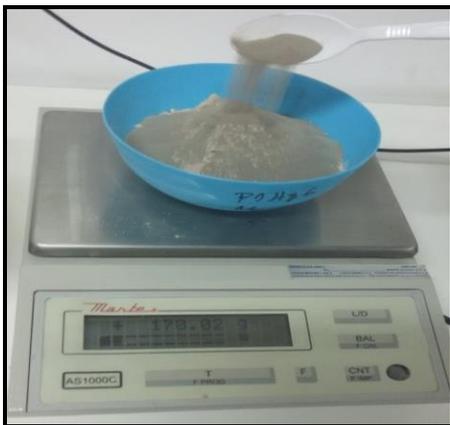


Figura 10: Balança analítica usada para formulação da massa cerâmica.  
Fonte: Autores, (2018).

Nessa etapa, pesou-se a matéria-prima variando a concentração de resíduo em 0%, 5%, 7%, e 10%, com uma umidade de 10% para obter uma melhor uniformidade na conformação dos corpos de prova. Essa umidade foi obtida através da adição de água na matéria-prima seca durante o processo de formulação da massa cerâmica (Tabela 2).

Tabela 2: Formulação e homogeneização da massa cerâmica.

Corpos-de-prova	Massa cerâmica	% em peso de matéria prima			
		Argila	Lodo	Umidade	Total
1	0%	90	0	10	100
2	5%	85	5	10	100
3	7%	83	7	10	100
4	10%	80	10	10	100

Cada mistura foi submetida a um processo de homogeneização por cerca de 30 minutos manualmente e separando para cada corpo-de prova a quantidade de 30g da massa cerâmica. Foram pesadas através de uma balança analítica com capacidade máxima de 310g e mínima de 0,001g, da marca Adventurer OHUS, modelo AR 3130 Classe II, com cabine,

calibrada de acordo com a portaria do INMETRO/Dimel nº 002/2004 (Figura 11).

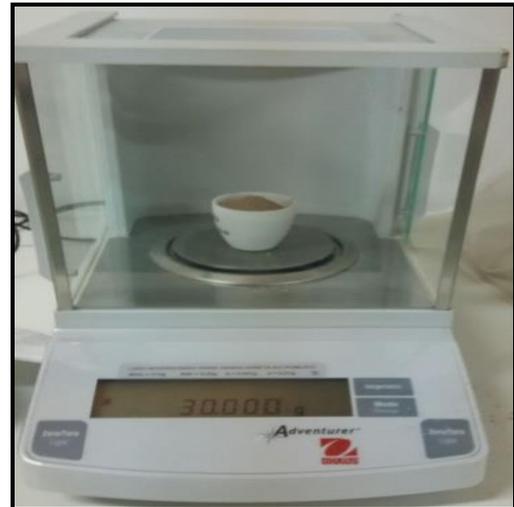


Figura 11: Balança de precisão com cabine.  
Fonte: Autores, (2018).

### II.2.2 PRENSAGEM

A prensagem é uma das etapas básicas do processamento dos materiais a partir do pó, na qual obteve a forma estrutural da peça, como também as primeiras propriedades do produto. Nessa etapa foi utilizado um molde de aço sob o formato retangular, com dimensões de 70,54 x 30,37 x 8,20 mm, onde foi conformado as peças para realização dos ensaios. Para o processo de prensagem os corpos de prova foram colocados no molde e levados a uma prensa hidráulica marca MARCONI, com capacidade máxima de até 20 toneladas, onde foi utilizado sob pressão de 25Mpa por um minuto. Foram confeccionados 24 (vinte e quatro) corpos de prova, sendo 6 (seis) para cada ensaio, onde 5 (cinco) são para as análises e 1 (um), mantido como corpo de segurança. Após a prensagem foi realizado o dimensionamento dos corpos de prova verde, determinados através de medições do paquímetro digital 0-200mm profissional de aço inoxidável, da marca ZAAS Precision, modelo Stainless Hafói, onde por meio deste foi medido comprimento, largura e espessura respectivamente. O peso médio de 29,87g, obtidos através de balança analítica com capacidade máxima de 310g e mínima de 0,001g, da marca Adventurer OHUS, modelo AR 3130 Classe II, calibrada de acordo com a portaria [11], onde foi desprezado a força da gravidade para que fosse determinado a densidade verde do material prensado.

As medições e pesagem são fundamentais para obtenção de massa e volume, variáveis que serão utilizadas para determinar a densidade.

A densidade foi determinada através da formula:

$$D = \frac{m}{v} \quad (\text{g/mm}^3) \quad (6)$$

Onde:

D = Densidade

m = Massa

V = Volume

Deste cálculo foram obtidos resultados para cada uma das formulações em diferentes proporções de argila, resíduo e umidade respectivamente. Este resultado tem como objetivo

prever hipoteticamente as possíveis alterações que foram obtidos nos ensaios físicos e mecânicos.

### II.2.3 SECAGEM DOS CORPOS-DE-PROVA

A secagem tem por objetivo remover a água na superfície dos corpos de prova por evaporação e por difusão na parte interna, antes de submetê-los ao processo de sinterização. Nessa etapa, devido a remoção da água, pode ocorrer pequenas contrações de volume, desejáveis para permitir uma aproximação das partículas constituintes, evitando com, isso a ocorrência de defeitos nas amostras durante a queima. Dessa forma tomou-se cuidado em controlar a temperatura de secagem, pois um efeito negativo dessas contrações pode ocorrer quando a taxa de evaporação for maior que a taxa de difusão, a superfície irá secar contraíndo seu volume mais rapidamente que o interior, ocasionando deformações nas amostras.

Para esse caso os corpos de prova moldados foram colocados em estufa da marca modelo MA033 da marca MARCONI, serie FO7170, (FIGURA 12) com temperatura a 110°C por 24h.



Figura 12: Estufa de secagem dos corpos-de-prova. Fonte: Autores, (2018).

Após a secagem foi realizado o dimensionamento dos corpos de prova seco, determinados através de medições do paquímetro digital 0-200mm profissional de aço inoxidável, da marca ZAAS Precision, modelo Stainless Hafói, onde foi medido comprimento, largura e espessura respectivamente. Este procedimento visa verificar o comportamento dos minerais expostos a temperatura, qual a possibilidade de expansão ou retração (Tabela 3).

Tabela 3: Medidas dos corpos de prova após secagem em estufa à 110°C.

Corpos de prova	Massa cerâmica	Dimensões após secagem (mm)			
		Comprimento	Largura	Espessura	Peso
1	0%	72,07	31,69	7,67	26,86
2	5%	71,85	31,48	7,9	26,83
3	7%	71,9	31,54	7,88	26,74
4	10%	71,92	31,69	7,96	26,67
<b>Média</b>		<b>71,935</b>	<b>31,6</b>	<b>7,8525</b>	<b>26,775</b>

### II.2.4 QUEIMA DOS CORPOS-DE-PROVA

O processo de queima dos corpos de prova foi realizado em fornos elétrico Mufla microprocessado marca QUIMIS, modelo Q318M24, série 13020922 (figura 13), onde

utilizou-se temperaturas de sinterização a 900°C com 3 (três) patamares diferentes, sendo o 1º (primeiro) de 3 minutos a 450°C, o 2º(segundo) de 3 minutos a 650°C e o patamar final de 30 minutos a 900°C, os intervalos entre os patamares foi de 60 minutos, 30 minutos e 60 minutos respectivamente somando um tempo de 186 minutos.



Figura 13: Forno Mufla utilizado para queima dos corpos de prova. Fonte: Autores, (2018).

A temperatura inicial foi de 20°C com taxa de aquecimento de 5°C/min com isotermia de 30 minutos e taxa de resfriamento de 75°C por hora em um intervalo de 12 horas, como podemos observar na (Figura 14).

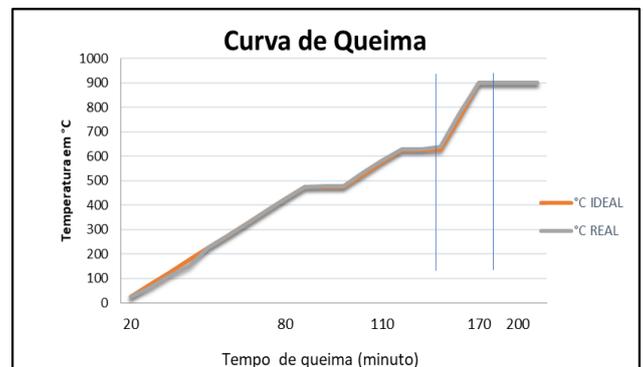


Figura 14. Curva de queima dos corpos de prova. Fonte: Autores, (2018).

Na Tabela 4, observa-se a temperatura de queima e os patamares dos corpos de prova.

Tabela 4: Temperatura de queima dos corpos de prova.

% Peso da matéria prima		Corpos de prova	Temperatura de Queima (°C)			
Argila	Lodo		Quantidade	Tempo inicial	Patamar 3 min	Patamar 3 min
100	0	6	20 °C	450 °C	650 °C	900 °C
95	5	6	20 °C	450 °C	650 °C	900 °C
93	7	6	20 °C	450 °C	650 °C	900 °C
90	10	6	20 °C	450 °C	650 °C	900 °C

Fonte: Autores, (2018).

Após queima os corpos de prova foram medidos através de paquímetro digital, da marca ZAAS Precision, modelo Stainless Hafói, afim de analisar comparativamente com as

medições dos corpos de prova verde e seco. Foi medido comprimento, largura e espessura respectivamente afim de verificar o valor da retração linear.

### II.3 ENSAIOS FÍSICOS E MECÂNICOS

Foram realizados os seguintes ensaios nos corpos de prova:

Determinação da unidade de prensagem

- Perda ao Fogo (PF)
- Retração Linear após a queima (RL)
- Absorção de Água (AA)
- Porosidade Aparente (PA)
- Massa Especifica Aparente (MEA)
- Tensão a Ruptura à Flexão (TRF)
- Difração de Raio-X (DRX)

Estes ensaios físicos e mecânicos são de extrema importância, onde através desses ensaios que se determina a qualidade do produto final. Para todos os ensaios listados a cima, foi realizado de acordo com os parâmetros estabelecidos pelas NBRs 15.270-1, 15.270-2 e 15.270-3.

#### II.3.1 UMIDADE DE PRENSAGEM

A umidade de prensagem foi obtida através dos valores medidos da massa úmida ( $M_u$ ) e massa seca ( $M_s$ ), as quais foram realizados antes e após secagem, respectivamente. O valor de umidade de prensagem foi calculado utilizando a seguinte equação:

$$U (\%) = \frac{(M_u - M_s)}{M_s} \times 100 (g) \quad (7)$$

Onde:

U = Umidade

$M_u$  = Massa úmida

$M_s$  = Massa seca

#### II.3.2 PERDA AO FOGO

Para calcular o valor do percentual da variação de massa após queima a 900°C, utilizou-se a equação de perda ao fogo:

$$PF(\%) = \frac{(M_u - M_q)}{M_s} \times 100 (g) \quad (8)$$

PF = Perda ao fogo

$M_s$  = Massa seca

$M_q$  = Massa após queima

#### II.3.3 RETRAÇÃO LINEAR

Os corpos de prova foram medidos seus comprimentos antes da secagem ( $L_0$ ) e após a queima ( $L_1$ ), determinando a retração linear dos corpos de prova após a queima, por meio da seguinte equação:

$$RL(\%) = \frac{(L_0 - L_1)}{L_0} \times 100 (mm) \quad (9)$$

Onde:

$L_0$  = Comprimento verde

$L_1$  = Comprimento após queima

#### II.3.4 ABSORÇÃO DE ÁGUA (AA)

Para a realização desses ensaios, as amostras foram submetidas a dois procedimentos estabelecidos pela NBR 15.270-3, necessários para calcular a absorção de água. São eles: medidas de massa imersa e massa úmida, onde após determinação da massa seca as amostras foram submetidas à água fervente. Neste processo os corpos de prova foram colocados em um recipiente de dimensões apropriadas, preenchido com água à temperatura ambiente, em volume suficiente para mantê-los totalmente imerso (Figura 15).

A água foi gradativamente aquecida até o ponto de ebulição, onde os corpos-de-prova foram mantidos completamente imersos por duas horas. Transcorrido o tempo de imersão de duas horas de fervura, foi interrompida a operação e os corpos de prova foram resfriados via substituição lenta da água quente do recipiente por água à temperatura ambiente.



Figura 15: Recipiente para aquecimento dos corpos de prova.

Fonte: Autores, (2018).

Com a água do recipiente à temperatura ambiente, os corpos de prova saturados foram removidos e colocados em bancada para permitir o escoamento do excesso de água. A água remanescente foi removida com o auxílio de um pano limpo e úmido, observando-se que o tempo decorrido entre a remoção do excesso de água na superfície e o término das pesagens não foi inferior a 15 min, como estabelece a norma.

Todas as medidas de massa foram realizadas, em balança analítica da marca Adventurer OHUS, modelo ERC Classe II, calibrada de acordo com a portaria [11].

#### II.3.5 MEDIDA DA MASSA IMERSA DO CORPO DE PROVA (MI)

Cada corpo de prova teve sua massa medida quando imerso em água ( $P_i$ ). O tempo que a água ficou em ebulição foi o suficiente para que a água penetrasse nos poros abertos formados pela queima dos corpos de prova. Os valores dessa medida são utilizados para o cálculo da porosidade aparente e da massa específica aparente.

#### II.3.6 MEDIDA DA MASSA ÚMIDA DO CORPO DE PROVA (MU)

Após a medida da massa imersa ( $P_i$ ), foram retirados os corpos de prova da água, em seguida enxugados em papel absorvente e, novamente foi medido a massa úmida dos corpos de prova fora da água ( $P_u$ ). Os dados dessa medida, além de mostrar a variação da massa devido à absorção de água pelos poros abertos formados durante a queima dos corpos de prova, também

é importante para os cálculos da porosidade aparente e massa específica aparente. Para o cálculo de absorção de água das amostras, foi utilizada a seguinte equação:

$$AA(\%) = \frac{(P_u - P_s)}{P_s} \times 100 (g) \quad (10)$$

Onde,  
 Pu = massa do corpo úmido (g)  
 Ps = massa corpo seco (g)

### II.3.7 POROSIDADE APARENTE (PA)

A porosidade das amostras foi determinada através da seguinte equação:

$$PA(\%) = \frac{(P_u - P_s)}{P_s} \times 100 (g) \quad (11)$$

Pi = massa do corpo imerso em água (g)

### II.3.8 MASSA ESPECÍFICA APARENTE (MEA)

A massa específica aparente é a medida da densidade dos corpos de prova, a qual foi calculada utilizando a seguinte equação:

$$MEA(\%) = \frac{P_s}{P_u - P_i} \times 100 (g) \quad (12)$$

### II.3.9 TENSÃO A RUPTURA À FLEXÃO (TRF)

A medida de tensão e ruptura à flexão foi determinada através do flexímetro, marca NANNETTI FAENZA, modelo CC 6696. 20076, equipamento mostrado na (Figura 16).



Figura 16: Flexímetro para Teste de tensão de ruptura e flexão nos corpos de provas.  
 Fonte: Autores, (2018).

Os corpos foram alinhados sobre os mancais fixado na base do equipamento, com distância entre as peças da ordem de 20% vinte por cento em relação ao comprimento do corpo de prova. O aparelho foi calibrado utilizando-se as programações de número 13, existente no equipamento onde foi obtido os resultados em unidades de Kg/mm<sup>2</sup>.

## III. RESULTADO E DISCUSSÃO

### III.1 GRANULOMETRIA

As distribuições granulométricas das amostras estudadas (Figura 17), apresentam uma granulometria fina, com valores a 90% do material passando na peneira de 0,075mm. Segundo [12], a argila com a granulometria fina possui um alto índice de plasticidade, favorecendo quando utilizado para fins de produtos cerâmicos, conferindo maior resistência de contração e mecânica. [13] ao se analisar 5 tipos de argila (A, B, C, D e E) identificou que as argilas com a granulometria mais parecida foi a A e a E, logo ao observar a plasticidade das amostras identificou que a maior diferença em porcentagem estava entre a amostra A e amostra E, chegando a conclusão que essa variação de plasticidade deve está associada a diferença mineralógica ou no teor de matéria orgânica.

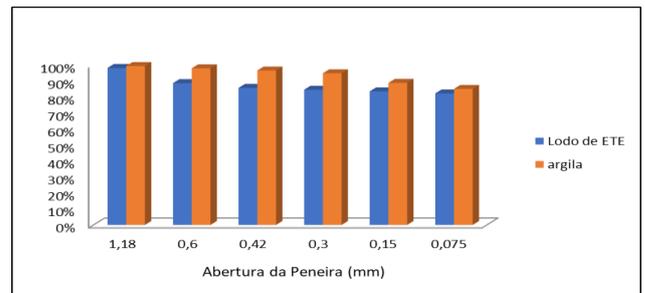


Figura 17: Distribuição Granulométrica das amostras de lodo e da argila.

Fonte: Autores, (2018).

### III.1.1 FLUORESCÊNCIA DE RAIÓ-X

Nos resultados das análises de fluorescência de raio-X em amostra de argila e do lodo de ETE, ambos secos a 110°C em estufa por 24 horas. Observa-se na figura 18, que os elementos encontrados tanto na argila como no lodo, são Óxido de Alumínio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) e Óxido de Silício (SiO<sub>2</sub>).

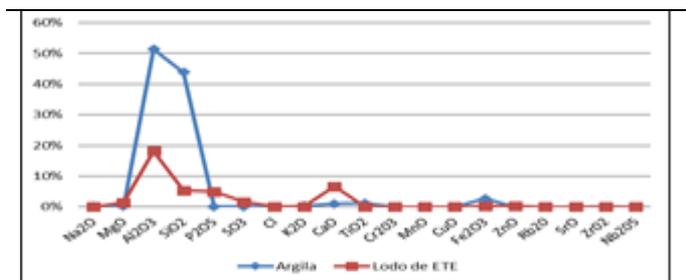


Figura 18: Fluorescência de raio-X em argila e no lodo.  
 Fonte: Autores, (2018).

Mesmo obtendo maior concentração nas duas amostras (Lodo e Argila) o Óxido de Alumínio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) demonstrou uma variação de aproximadamente 35% entre os materiais de 0% e 10% de peso do lodo. Segundo [14] a concentração dos óxidos quantificados (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e SiO<sub>2</sub>) é característico em argila para a fabricação de cerâmica vermelha. Logo o resultado dos elementos químicos obtido na amostra do lodo de ETE (em estudo) é compatível para incorporação na argila para fabricação de cerâmica vermelha. A semelhança entre os materiais é importante para evitar reações indesejadas durante o processo de queima dos corpos de prova.

### III.1.2 DIFRAÇÃO DE RAIOS-X

No difratograma obtido da argila analisada por difração de raios-X (RDX), foi constatado que a argila coletada das proximidades da rodovia Manoel Urbano no município de Irlanduba é constituída de duas fases mais acentuadas: caulinita (Al<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(OH)<sub>4</sub>), quartzo (SiO<sub>2</sub>). Ao considerar os resultados das análises químicas da argila através do difratograma (Figura 19), pode-se observar que a presença de Quartzo é bastante intensa. Os demais elementos presentes não terão influência no processo de fabricação de tijolos, por estarem em baixas concentrações. Segundo [15] os resultados obtidos são característicos da região, pois na análise das nove amostras coletadas foram encontradas presença majoritária de Quartzo e Caulinita.

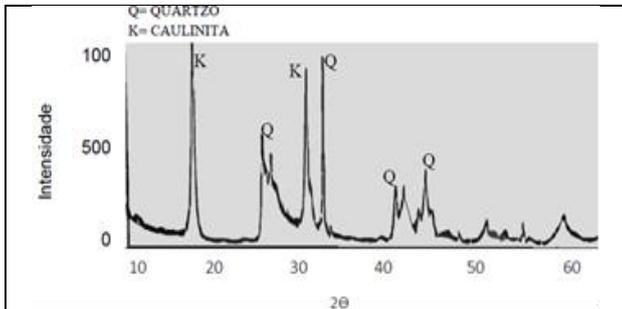


Figura 19. Difratograma de raios-X na argila. Autores (2018).  
Fonte: Autores, (2018).

A Figura 20 mostra o difratograma do resíduo, onde se percebe maiores picos os quais, assim como na argila, mostram a presença de Quartzo e Caulinita com maior intensidade, sendo a Caulinita a majoritária. Segundo [16], a Caulinita tem maior intensidade no Lodo devido a adição de cal em uma das fases de tratamento (físico-químico) do efluente.

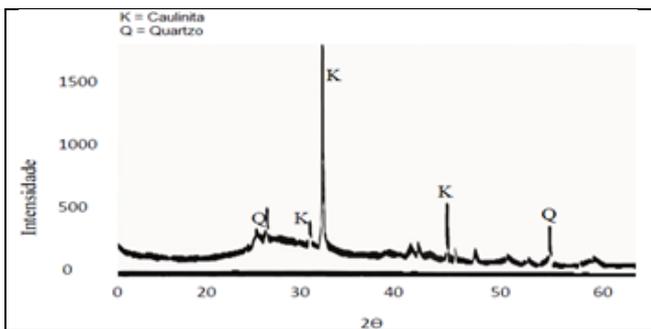


Figura 20: Difratograma de raios-X no resíduo de ETE.  
Fonte: Autores, (2018).

### III.2 ANÁLISES FÍSICAS E MECÂNICAS NOS CORPOS DE PROVA APÓS QUEIMA A 900°C.

Os ensaios realizados foram de retração linear (RL), absorção de água (AA), porosidade aparente (PA), massa específica aparente (MEA) tensão de ruptura (TRF), após a queima em temperatura de 900°C, com percentual de quatro amostras de resíduo nas concentrações de 0%, 5%, 7% e 10%, onde foi utilizado 5 corpos de prova para cada ensaio, com resultados descritos na (Tabela 5).

Tabela 5: Resultados dos ensaios físicos e mecânicos da homogeneização da argila com o lodo.

Nomenclatura / Formulação	Temperatura de Queima - 900°C				
	RLq (%)	AA (%)	Pa (%)	MEA (%)	TRF (Kgf/mm <sup>2</sup> )
0%	3,31	11,21	21	1,87	2,42
5%	3,48	8,28	16,34	1,97	3,02
7%	3,15	10,64	20,09	1,89	2,27
10%	3,71	9,82	18,88	1,92	2,35

Fonte: Autores, (2018).

#### III.2.1 RETRAÇÃO LINEAR (RL)

A partir da Tabela 5, pode-se observar a representação gráfica da retração linear (RL) após queima em função da formulação de 0%, 5%, 7% e 10% de resíduo adicionado a massa cerâmica, com temperatura de sinterização de 900°C (Figura 21).

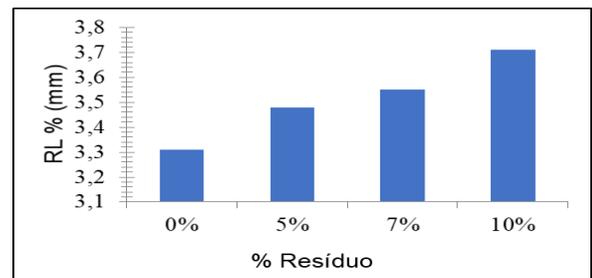


Figura 21: Retração linear nos corpos de prova (RL).  
Fonte: Autores, (2018).

Nota-se que houve aumento gradativo chegando a uma diferença máxima de 0,4% na retração linear entre 0% em peso de lodo na massa cerâmica, a incorporação de 10% em peso de lodo na massa cerâmica, segundo [17] esse comportamento indica um favorecimento no processo de sinterização dos corpos de prova. O aumento de 15% de peso do lodo não altera significativamente a retração linear dos corpos de prova e sim o aumento da temperatura [18].

De acordo com [19] todos valores retração apresentados estão dentro dos limites para esta propriedade (abaixo de 8%).

#### III.2.2 ABSORÇÃO DE ÁGUA (AA)

De acordo com [20] recomenda-se que tijolos furados possuam valores de absorção de água entre 8 a 22%, logo os corpos de prova estão dentro do limite permitido, em função do percentual de resíduo incorporado à argila, nota-se que a medida que se aumenta a quantidade de resíduo, se tem um decréscimo na absorção de água. Observa-se que absorção entre 0% e 10%, está entre 9 a 11%, valores aproximados (Figura 22).

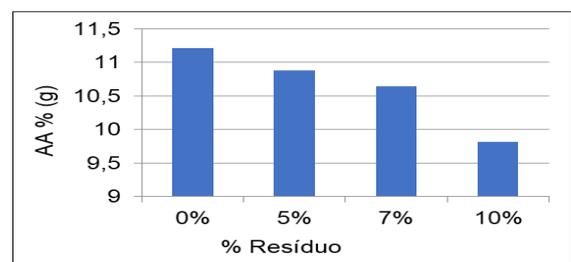


Figura 22: Absorção de água dos corpos de prova (AA).  
Fonte: Autores, (2018).

Segundo [21] a absorção de água é crescente proporcionalmente com a adição de lodo na massa cerâmica,

justifica-se pelo fato de o lodo conter bastante matéria orgânica chegando a volatilizar bem mais rápido devido o desprendimento de gases.

### III.2.3 POROSIDADE APARENTE (PA)

A Figura 23 representa os resultados das médias de porosidade aparente em função das formulações com percentual de resíduo incorporado na massa cerâmica de 0%, 5%, 7% e 10%, com temperatura de sinterização de 900°C.

Segundo [22] os valores recomendados para porosidade aparente é de 17 a 35 % na fabricação de tijolos furados.

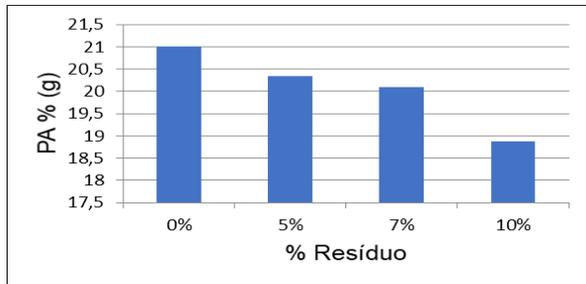


Figura 23: Porosidade aparentes dos corpos de prova (PA).  
Fonte: Autores, (2018).

Observasse que há um decréscimo de porosidade em função do percentual de resíduo incorporado na formulação da massa cerâmica. De acordo com [23] este comportamento está de acordo com o aumento da temperatura, uma vez que há a diminuição de absorção é semelhante ao decréscimo de porosidade. Não existe discrepância entre os percentuais de 0%, 5%, 7% e 10%, estando os valores de decréscimo entre 18% e 21%, resultado de ensaio realizado nos corpos de prova após queima em 900°C.

### III.2.4 MASSA ESPECÍFICA APARENTE (MEA)

A massa específica aparente é analisada em função da formulação de massa cerâmica considerando os percentuais de resíduo adicionado à massa argilosa de 0%, 5%, 7% e 10%, queimado a uma temperatura de 900°C.

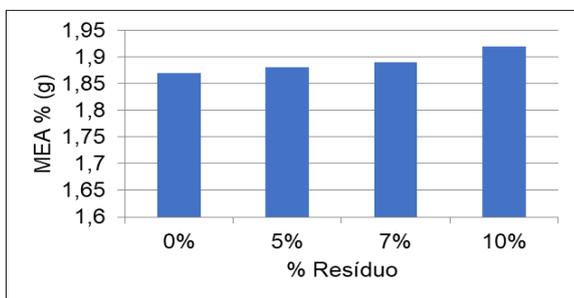


Figura 24: Massa específica aparente (MEA) dos corpos de prova na temperatura a 900°C.  
Fonte: Autores, (2018).

Segundo [22] os tijolos furados devem possuir valores de massa específica aparente de no mínimo 1.7 g/cm<sup>3</sup>.

Na Figura 24 nota-se que há uma diferença mínima de porcentagem, a medida de massa específica aparente tem um pequeno acréscimo em função do aumento de percentual de lodo de ETE. Esta pequena diferença entre os valores demonstram um bom desempenho do resíduo incorporado a massa cerâmica. Estes resultados são justificados em função da densidade do resíduo

incorporado, e a matéria orgânica que dissipada no momento da queima dos corpos de prova.

Segundo [24] o aumento da massa específica aparente está relacionado com o aumento da temperatura, com a absorção de água e porosidade iniciando o processo de sinterização a partir de 850 °C e a partir de 950 °C há o início da formação de fase líquida que rapidamente fecha os poros dos corpos cerâmicos.

### III.2.5 TENSÃO DE RUPTURA À FLEXÃO (TRF)

O resultado de tensão de ruptura à flexão dos corpos de prova em função do percentual de resíduo incorporado à massa cerâmica que foi de 0%, 5%, 7% e 10%, com temperatura de queima de dos corpos de prova de 900°C.

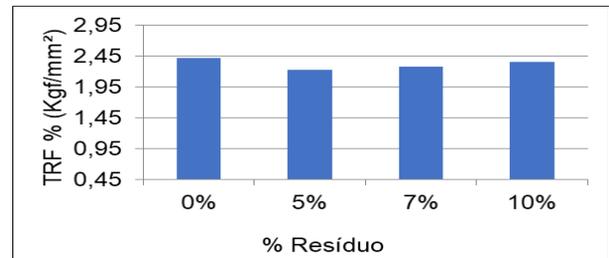


Figura 25: Tensão de Ruptura à Flexão dos corpos de prova (TRF).  
Fonte: Autores, (2018).

Pode-se observar que a tensão de ruptura à flexão tem uma pequena diminuição em relação ao aumento do percentual de resíduo incorporado à massa cerâmica, variando nos resultados.

Estes valores de tensão a ruptura, não influênciam de forma negativa nos corpos de prova, uma vez que a escala entre o valor, considerando os percentuais de resíduo entre 0% e 10%, é extremamente insignificante para a determinação da qualidade do produto final. A tensão de ruptura a flexão tende a aumentar com o aumento da temperatura [17].

Esta observação não é possível para este estudo, uma vez que foi utilizado apenas uma temperatura de 900°C. Para este caso resultado de tensão de ruptura está de acordo com os parâmetros da NRB - 15270.

### III.2.6 DIFRAÇÃO DE RAIO-X NOS CORPOS DE PROVA APÓS QUEIMA

Nota-se que com esse percentual após queima, houve um favorecimento para o aumento dos picos de quartzo, e uma redução na intensidade nos picos de caulinita (Figura 26). A redução da caulinita, ocorre após sinterização dos corpos de prova para que aconteça uma organização linear dos minerais presentes, possibilitando uma qualidade satisfatória do produto final.

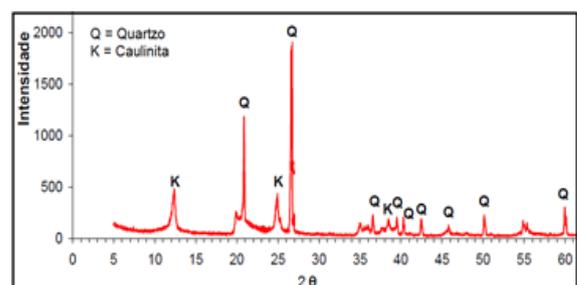


Figura 26: Difratoograma de Raio -X nos corpos de prova após queima (900°C) contendo 10% de lodo de ETE incorporado à argila.

Fonte: Autores, (2018).

Segundo [18], isso ocorrem devido a adição de resíduo (lodo), pois com o aumento da temperatura a matéria orgânica se decompõe e ocorre a desidroxilação da caulinita para metacaulinita amorfa, dando lugar a para o quartzo, mineral com maior resistência ao processo de sinterização.

#### IV. CONCLUSÃO

Apesar das amostras serem de fontes totalmente distintas ao caracterizar a argila e o resíduo de ETE, constatou-se que há uma semelhança entre os elementos químicos componentes. Nas análises a partir de fluorescência foi possível observar um elevado percentual de Óxido de Alumínio ( $Al_2O_3$ ), sílica ( $SiO_2$ ), e baixo teor de óxido de ferro ( $Fe_2O_3$ ). Na difração de raio-X, foi identificado na argila e no resíduo elevada presença de quartzo ( $SiO_2$ ), Caulinita ( $Al_2Si_2O_5(OH)_4$ ). Esta semelhança dos argilominerais nas matérias-primas se justifica por ambos serem proveniente de sedimentos geológico da região amazônica. De acordo com as características da argila e resíduo, facilita sua mistura para fabricação de tijolos. A viabilidade da incorporação do resíduo na argila se confirma por meio das análises físicas e mecânicas, que através destas ver-se resultados satisfatórios para retração linear, absorção de água, porosidade aparente, massa específica aparente e tensão de ruptura a flexão, ou seja, todos resultados foram de acordo com os parâmetros estabelecidos pela [25]. Por meio deste estudo é possível determinar que a agregação de até 10% em peso de lodo da ETE na massa cerâmica não interfere na qualidade do produto final, minimizando os impactos ambientais gerados na disposição final deste resíduo.

#### V. AGRADECIMENTOS

Muito obrigada aos professores: M.Sc. Ítalo Jorge Tavares Jimenez, Sebastião Batista Ramos Junior, por abrir as portas mostrando-me o caminho e dando apoio durante as análises físicas e mecânicas, M.Sc. Káren Lorena Lobo Prado, pelo seu comprometimento, incentivo, Dra. Cláudia Cândida Silva, pela oportunidade e orientação para realização das análises de fluorescência de Raio-X no laboratório de química do Grupo Crowfoot da Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Estado do Amazonas – UEA, ao Dr. Raimundo Humberto Cavalcante Lima do laboratório do departamento de geociências da Universidade Federal do Amazonas UFAM, pela atenção e apoio para realização das análises de difração de Raio – X, ao Dr. Carlos Cleomir de Souza Pinheiro do lab. Temático Institucional de Química de Produtos Naturais (LTQPN) do Instituto de Pesquisa Nacional da Amazônia (INPA) pela liberação para a realização da queima dos corpos de prova. Ao técnico Darlei dos A. Labor do laboratório de Geotecnia (mecânica dos solos) da Universidade Uninorte pelo auxílio nas análises granulométricas. Sem vocês seria impossível o desenvolvimento dos resultados das análises. Em especial agradeço as empresas que cederam as matérias primas (lodo e argila) para a realização da pesquisa.

#### VI. REFERÊNCIAS

[1] Novais, V.M.S; Desafio para uma efetiva gestão ambiental no Brasil, Bahia, 2011.

[2] Bonati, J; Diagnóstico e análise de impactos ambientais no município de cruzeiro do sul e região, vale do juruá, estado do acre, amazônia ocidental, 2011.

[3] Mazzer, C; Introdução à gestão ambiental de resíduos, 2004.

[4] Hinz, R.T.P et al; Sustentabilidade ambiental das organizações através da produção mais limpa ou pela Avaliação do Ciclo de Vida. Santa Catarina, 2006.

[5] Nova, O; Disponível em: <<http://www.opersan.com.br/solucoes/tratamento-de-efluentes/>>. Acesso em 12 de setembro de 2018.

[6] Imhoff, Karl e Klaus; Manual de Tratamento de Águas Residuárias. Trad. DeM.L. Hess. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 1996.

[7] Bettiol, W; Camargo, O.A. de (Coord.); Lodo de Esgoto: Impactos Ambientais na Agricultura. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. P317.

[8] Araujo, N.C. et al; Propriedades mecânicas de tijolos fabricados com solo e água residuária de mandioca. Revista Verde (Pombal - PB - Brasil) v. 10, n.2, p. 213 - 217, abr-jun, 2015.

[9] Cabral, E.M et al; Utilização de massas cerâmicas na produção de agregado sintético de argila calcinada para uso em concreto, 2008.

[10] Fernandes, et al; Reciclagem do Lodo da Estação de Tratamento de Efluentes de uma Indústria de Revestimentos Cerâmicos. Parte 1: Ensaio Laboratoriais, 2003.

[11] INMETRO. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, Dimel nº 0021/2004, de 28 de janeiro de 2010.

[12] Prado, C.M.O; Caracterização química e mineralógica das argilas utilizadas na produção de cerâmica vermelha no estado de Sergipe, 2011.

[13] Macedo, R.S, et al; Estudo de argilas usadas em cerâmica vermelha, p.411, Campinas Grande, 2008.

[14] Araujo, F.S.D; Influência do lodo de ETE na massa para fabricação de cerâmica vermelha. 2008. Dissertação (Mestrado ciência e engenharia de materiais) – Universidade Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

[15] Santana, G.P; et al; Propriedades físicas, químicas e mineralógicas de solos contaminados do pólo industrial de manaus, Scientia Amazonia, v. 3, n.1, 58-64, 2014 Revista on-line <http://www.scientia.ufam.edu.br> Jan-Abr ISSN:2238.1910, 2013.

[16] Zanoni, S.M; Reutilização de resíduos de indústria têxtil como matéria-prima em cerâmica vermelha, 2013

[17] Jimenez, I.J.T; Utilização do Lodo de Estação de Tratamento de Efluentes da Indústria de Injeção Plástica como Matéria-Prima para Indústria Cerâmica, 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica. Universidade Federal do Pará, Centro de Tecnologia – ITEC. Pará, 2011.

[18] Oliveira, E.M.S; Holanda, J.N.F; Influência da adição de resíduo (lodo) de estação de tratamento de águas nas propriedades e microestrutura de cerâmica vermelha, 2008.

[19] ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15.270 – 2. Resistência Característica à Compressão Estimada, determinada de Acordo com 5.3, 2005.

[20] ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 15.270-1 31- ago-05 Componentes cerâmicos - Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação - Terminologia e requisitos, 2005.

[21] herek, l.c.s, et al;Incorporação de lodo de lavanderia industrial na fabricação de tijolos cerâmicos, 2009.

[22] Amorim, F.R; Co-processamento de dregs em argila para produção de cerâmica vermelha. 2007. Dissertação (Mestrado em Saneamento) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2007

[23] Collatto, D. et al;Influência da granulometria do resíduo da celulose nas propriedades do material cerâmico, vol.4, 2008.

[24] Vieira, G; Da Silva, D.F; Estudo da adição de lodo gerado pela indústria metal mecânica na fabricação de tijolos de cerâmica vermelha. E-Tech: Tecnologias para Competitividade Industrial, Florianópolis, n. esp. Metalmeccânica, p. 69-91, 2012.

[25] ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 15.270-3. Componentes cerâmicos Parte 3: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação – Métodos de ensaio, 2005.



## Using the ABC curve as a tool for inventory management in a bakery and confectionery company

Suane de Castro Paes<sup>1</sup>, Bruno Santos Corrêa<sup>2</sup>, Rosivan Cunha da Silva<sup>3</sup>, Mailson Batista de Vilhena<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup> Universidade Federal do Pará, Faculdade de Engenharia Industrial (FEI-UFPA) Abaetetuba, PA, Brazil

<sup>4</sup> Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química (PPGEQ-UFPA) Belém, PA, Brazil

Email: [suanecastro26@hotmail.com](mailto:suanecastro26@hotmail.com), [bruno27ni@hotmail.com](mailto:bruno27ni@hotmail.com), [rosivan.cs@hotmail.com](mailto:rosivan.cs@hotmail.com), [vilhena2008@hotmail.com](mailto:vilhena2008@hotmail.com)

### ABSTRACT

**Received:** January 07<sup>th</sup>, 2019

**Accepted:** January 20<sup>th</sup>, 2019

**Published:** March 28<sup>th</sup>, 2019

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM).

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



The theme that will be addressed in this work is the use of the tool classification ABC, Pareto law, also known as the 80/20 principle, in a company in the business of bakery and confectionery. The study was conducted in order to diagnose the main problems faced by the company, focusing on the area of production and storage. In order to identify and classify products that generate higher costs to be produced and thus improve the management of products. To achieve the objectives, a description of the company was made, followed by an analysis of the problems encountered. Next, a review of the literature, highlighting stock notions and management tools used. Through a study can classify the products in class A, B and C of importance. Through the implementation of the ABC classification, which is a management tool widely used to determine the most relevant products, which deserve greater attention from the owner, as are those who have greater economic returns. Other improvements were suggested for implementation, such as input control deployment and exit of stock products first in first out (FIFO), seek new suppliers more account product class A.

**Keywords:** ABC classification, Branch company of bakery and confectionery, Diagnose, Storage, relevance.

## Utilização da curva abc como ferramenta na gestão de estoque em uma empresa de panificação e confeitaria

### RESUMO

O tema que será abordado neste trabalho é o uso da ferramenta classificação ABC, lei de Pareto, também conhecida como princípio 80/20, em uma empresa do ramo de panificação e confeitaria. O trabalho foi desenvolvido com o objetivo de diagnosticar os principais problemas enfrentados pela empresa, com foco na área de produção e estocagem. Com o objetivo de identificar e classificar os produtos que geram maior custos para serem produzidos e assim melhorar o gerenciamento dos produtos. Para atingir os objetivos, foi feita uma descrição da empresa, seguida de uma análise dos problemas encontrados. Em seguida, uma revisão da literatura, destacando noções de estoque e das ferramentas de gerenciamento utilizada. Através de um estudo pode-se classificar os produtos em classes A, B e C de importância. Através da implantação da classificação ABC, que é uma ferramenta gerencial muito utilizada para a determinar os produtos de maior relevância, os que merecem maior atenção do proprietário, pois são os que tem maior retorno econômico. Outras melhorias foram sugeridas para implementação, tais como: implantação do controle de entrada e saída de produtos do estoque first in first out (FIFO), buscar novos fornecedores mais em conta de produtos classe A.

**Keywords:** Classificação ABC, Empresa do ramo de panificação e confeitaria, Diagnosticar, Estocagem, Relevância.

## I. INTRODUÇÃO

O ambiente empresarial mostra-se cada vez mais competitivo, principalmente pelo atual período de crise econômica e política que o Brasil se encontra, faz com que as organizações busquem constantemente melhorias para conseguir se manter no mercado. O grande desafio encontrado por elas é reduzir custos, e ao mesmo tempo manter, ou aumentar, a qualidade, eficiência e inovações dos seus bens ou serviços. Uma forma de alcançar esses objetivos é identificar as atividades que não agregam valor ao produto, analisadas como desperdícios, buscando eliminá-las ou reduzi-las ao máximo.

As grandes organizações costumam manter centenas ou milhares de diferentes itens em estoque para seu funcionamento. Em épocas passadas sem a disponibilidade do computador, uma das grandes restrições da gestão era a escassez de tempo e mão-de-obra para a tomada de decisões e controle de diferentes itens em estoque. As revisões periódicas de estoques e a concentração de esforços nos itens de maior importância foram ferramentas importantes de gestão nessas épocas, permanecendo até hoje como boas práticas de controle de estoque. Determinar a importância de cada item e concentrar a maior parte dos esforços da gestão nos mais importantes tornou-se uma prática eficiente na administração desde que Vilfredo Pareto, em 1897, enunciou sua lei das poucas causas importantes para as muitas consequências [1].

Aplicada à gestão de estoques, permite que o gestor concentre seus esforços nos principais itens (classe A), aplicando um controle menos rigoroso aos itens de importância intermediária (classe B) e menos ainda ao numeroso grupo de itens de menor importância (classe C) [1].

Este trabalho aborda o emprego lei de Pareto em uma empresa do ramo da Panificação e Confeitaria, com o objetivo de melhorar o controle do estoque sobre os ingredientes necessários na produção dos produtos e assim otimizar os lucros, demonstrando também, no estudo de caso, algumas particularidades de sua aplicação.

## II. REFERENCIAL TEÓRICO

### II.1 ESTOQUE

O estoque representa a quantidade de bens físicos que são mantidos à espera da venda (ou da produção), por um determinado tempo. São considerados como bens em estoques, as matérias-primas, os produtos semiacabados, os produtos acabados e as mercadorias compradas de terceiros [2].

Os estoques são os materiais que não são utilizados em determinado momento, mas que existe em função de futuras necessidades. Logo, estocar é reservar os produtos/mercadorias para utilização futura.

Estoque é como a acumulação armazenada de recursos materiais em um sistema de transformação. Algumas vezes o estoque também é usado para descrever qualquer recurso armazenado. Todavia apesar de esses recursos de transformação serem tecnicamente considerado como estoque, não são obtidos sempre que um consumidor faz uma solicitação, eles não são o que normalmente se quer dizer com o termo estoque [3].

## II.2 GESTÃO DE ESTOQUE

A gestão de estoque constitui uma série de ações que permitem ao administrador verificar se os estoques estão sendo bem utilizados, bem localizados em relação aos setores que deles utilizam, bem manuseados e bem controlados [4].

A administração dos estoques passa a ser um enfoque alvo para as organizações, pois entende-se que os estoques requerem um alto investimento. O objetivo é aperfeiçoar o investimento nos estoques aumentando o uso eficiente dos meios internos da empresa minimizando a necessidade de capital investido [5].

A gestão de estoque é, basicamente o ato de gerir recursos ociosos possuidores de valor econômico e destinado ao suprimento das necessidades futuras de material, numa organização [4].

Segundo Cabanas e Ribeiro [6], as principais funções do estoque são:

a) Garantir o abastecimento de materiais à empresa, neutralizando os efeitos de: demora ou atraso no fornecimento de materiais, sazonalidades no suprimento, ricos de dificuldade no fornecimento;

b) Proporcionar economias, pela flexibilidade do processo produtivo, pela rapidez e eficiência no atendimento às necessidades.

Martins e Alt [7], explicam que a gestão de estoques é composta de várias ações que permitem ao administrador verificar se os recursos investidos nos estoques estão sendo bem utilizados.

A gestão de estoque visa, portanto, numa primeira abordagem, manter os recursos ociosos expressos pelo inventário em constante equilíbrio em relação ao nível econômico ótimo dos investimentos. Pode ser entendido ainda, como certa quantidade de itens mantidos em disponibilidade constante e renovados, permanentemente, para produzir lucros e serviços [4].

Existem e são necessárias muitas técnicas e ferramentas para garantir o controle dos estoques. Muitos indicadores de produtividade podem ser utilizados em suas análises, sendo que se pode citar os mais utilizados como: comparativo entre inventário físico e contábil, acurácia dos controles, curva ABC e outros.

### II.3 CURVA ABC

A Curva ABC ou 80-20, é baseada no teorema do economista Vilfredo Pareto, na Itália, no século XIX, num estudo sobre a renda e riqueza, ele observou uma pequena parcela da população, 20%, que concentrava a maior parte da riqueza, 80% [1].

Dentro da logística empresarial, a Curva ABC tem seu uso mais específico para estudos de estoques de produtos acabados, vendas, prioridades de programação da produção, tomada de preços em suprimentos e dimensionamento de estoque. Toda a sua ação tem como fundamento primordial tomar uma decisão e ação rápida que possa levar seu resultado a um grande impacto positivo no resultado da empresa [8].

A curva ABC busca o relacionamento entre o consumo do estoque, o investimento aplicado e a quantidade de itens que formam o estoque. O ponto principal a visualizar no sistema de análise ABC, é que em verdade os itens que representam o mais alto consumo são os itens que fazem parte do menor percentual de valor do estoque e o contrário disso, ou seja, os itens que fazem parte do maior percentual de valor do estoque são justamente os que representam a menor parte desse estoque [9].

Essa ferramenta consiste em fazer uma análise do consumo dos materiais, levando em consideração o valor monetário e quantidade dos itens em estoque, a fim de avaliar as condições e necessidades. Os itens mais importantes são em pequenos números e de alto valor, e devem ser controlados rigidamente. Isso é possível, visto que um controle rígido é oneroso, porém o faremos sobre uma variedade mínima, reduzida, de itens sobre a qual o controle rígido atuará, embora sobre uma diminuta de itens, porém sobre um valor elevadíssimo do estoque. Planejando a partir desse ponto melhorias que possibilitem aos administradores atingirem os resultados desejados pela empresa.

As diversas técnicas de controle de estoques existentes podem ser aplicadas a qualquer item do estoque e cada item será controlado como base na mesma disponibilidade desejada e será acompanhado constante ou periodicamente. Porém se entendermos que nem todos os itens estocados merecem a mesma atenção pela administração, ou disponibilidade para satisfazer aos clientes. Alguns deles sofrem mais concorrência que outros, ou são mais rentáveis, ou podem ter clientes potenciais que exijam maior nível de serviço. Por esses e outros motivos os itens de estoques devem ser classificados de acordo com seus requisitos antes de estabelecermos uma política adequada de estoque [10].

#### II.4 CLASSIFICAÇÃO ABC

A classificação dos materiais em grau de importância é necessária para avaliar os percentuais de itens que determinam a movimentação do estoque. Essa análise consiste na verificação, em certo espaço de tempo podendo ser normalmente de seis meses ou um ano do consumo, em valor monetário ou quantidade, dos itens de estoque, para que eles possam ser classificados em ordem decrescente de sua importância. Aos itens mais importantes de todos dentro da organização, segundo a ótica do valor ou da quantidade, dá-se a denominação itens classe A, aos intermediários itens classe B, e aos menos importantes, itens classe C. A classificação dos itens é feita na ordem decrescente de importância, do seguinte modo [11].

Classe A: grupo de itens mais importante, são os materiais que compõem o estoque e estão em alto nível de valor de consumo e quantidade, devem ser tratados com atenção especial. Os itens dessa classe implicam as primeiras decisões sobre os dados levantados e correlacionados, em relação à sua importância monetária. São imprescindíveis, e sua falta pode ocasionar a ruptura da cadeia produtiva da empresa já que se trata de itens cuja à substituição ou reposição é difícil ou demanda muito tempo.

Classe B: grupo de itens em situação intermediária entre as classes A e C, são os materiais que compõem o estoque e estão em nível intermediário de valor de consumo e quantidade. Deverão ser tratados logo após as medidas tomadas em relação aos itens da Classe A, sendo, portanto, secundários também no aspecto monetário. São importantes, porém, sua falta em um período de curto prazo não impacta fortemente na cadeia produtiva.

Classe C: grupo de itens menos importante, que exigem pouca atenção, são os materiais que compõem o estoque e estão em nível baixo de valor de consumo e quantidade. Ainda que volumosos (em quantidade), tais itens têm valor monetário reduzidíssimo, permitindo maior disponibilidade de tempo para sua análise e tomada de ação. Deverão ser tratados somente após os itens das classes A e B terem sido avaliados. Não afetam

diretamente as cadeias produtivas, porém são necessários e contribuem para o funcionamento das cadeias de forma indireta.

Os itens da classe A são mais significativos em termos de valor, e podem representar algo entre 35% e 70% do valor movimentado no estoque, e cerca de 10% a 20% do total dos itens, enquanto a classe B varia de 10% a 45% do valor movimentado, e entre 30% a 40% dos itens, e em torno de 50% dos itens da classe C representam o restante do valor movimentado. Pode-se comprovar que a maior parte em percentual de um estoque é representada pelos itens de menor valor, e a menor parte em percentual de um estoque é representada pelos itens de maior valor. A classificação ABC, permite identificar os materiais de acordo com a proporção que eles representam no consumo e relacionar com o seu valor de aquisição e quantidade disponível em estoque [11].

Através da Curva ABC pode-se analisar os estoques da empresa, bem como planejar as atividades de compras seguindo as necessidades em função da demanda dos itens.

A construção da Curva ABC, como dito anteriormente, pode seguir diferentes linhas. Porém, algumas premissas podem ser seguidas para a construção da mesma [5], como pode ser visto na Tabela 1.

Tabela 1: Modelo para confecção da Curva ABC.

1	Necessidade da Curva ABC Discussão Preliminar Definição dos Objetivos
2	Verificação das Técnicas para Análise Tratamento de Dados Cálculo Manual, Mecanizado ou eletrônico
3	Obtenção da Classificação: Classe A Classe B e Classe C sobre a Ordenação Efetuada Tabelas Explicativas e Traçado do Gráfico ABC
4	Análise e Conclusões
5	Providências e Previsões

Fonte: [5].

#### III. ESTUDO DE CASO

O mercado de panificação no Brasil sofreu grande alteração nos últimos anos. O que tradicionalmente era feito de forma artesanal, através de receitas antigas trazidas por imigrantes, passou por grande mecanização e especialização. A grande maioria dos produtos de panificação e confeitaria são feita integralmente através de pré-misturas.

Isso possibilita manter como fornecedores supermercados e redes maiores a um mercado antes restrito a pequenos comerciantes. Buscando adequarem-se as novas condições, as padarias passaram também a oferecer outros produtos. Além de produto de panificação, é possível encontrar alimentos industrializados em geral, como bolachas, bebidas e laticínios. Mais recentemente, serviços de entrega em domicílio e organização de eventos também entraram no portfólio oferecido ao cliente.

Dado este conjunto de características, um grupo de padarias apresenta características de:

- uma indústria: na fabricação de seus confeitos, salgados e pães;
- empresa de varejo: pois também revende produtos industrializados, que são comprados de fornecedores, estocados e revendidos ao consumidor final;

• prestadora de serviços: uma vez que os clientes têm expectativas e necessidades a serem atendidas quando pede uma entrega a domicílio ou contrata serviços para a organização de um evento, como feiras, festas e convenções.

O estudo de caso pretende mostrar que a curva ABC se aplica também aos estabelecimentos comerciais, prestadores de serviços, na gestão de estoque, sendo uma ferramenta com ampla aplicabilidade, e auxiliando o administrador a tomar decisões, pois a maioria das literaturas sobre gestão de materiais são voltadas para o chão de fábrica.

Para a realização do estudo de caso, foi feita visitas em uma empresa do ramo da panificação e confeitaria, localizado na cidade de Abaetetuba-PA, onde observou-se que o proprietário tinha uma grande dificuldade em gerenciar o seu estoque, que se confirmou pelas características dos processos, do arranjo físico, do fluxo das operações.

Com base nas informações e dados da empresa, que é de cunho familiar, mais que possui uma visão empreendedora, havendo uma preocupação da administração com a gestão eficiente do negócio.

A empresa conta atualmente com um sistema de informação destinado ao controle do caixa. Através deste sistema é possível saber as quantidades vendidas e seu preço, além de gerar relatórios diários, semanais ou mensais. O controle de compras e estoques, por outro lado, não é controlado através do sistema, mas por planilhas elaboradas pelos funcionários. Por não serem uniformes, as informações são de difícil tratamento e baixa utilidade para o acompanhamento gerencial.

Será realizada a classificação de seus materiais, posteriormente serão elaboradas tabelas, necessárias para a montagem da curva ABC, determinando-se, na sequência, as prioridades para a realização da atividade profissional. Ao final do trabalho, realizou-se a análise dos resultados e sugestões de melhorias, à serem feitas.

### III.1 APLICAÇÃO DA LEI DE PARETO

Garantir o abastecimento constante dos produtos é algo fundamental, a análise da ferramenta Curva ABC é uma das formas mais usuais de examinar e controlar os estoques. Para a classificação ABC dos produtos da panificadora, foi utilizado o histórico de vendas compreendidas entre outubro de 2015 à Abril de 2016 para identificar os produtos que mais foram vendidos os custos de produção dos mesmos. Analisando o histórico de vendas dos produtos, e o custo unitário para confecção do mesmo obtivemos uma lista com 217 itens mais vendidos. Totalizando

um valor de R\$ 171.181,74 de custo para a área de produção. Os 21 produtos que possuem o maior custo de produção estão na Tabela 2.

Tabela 2: Dados para construção da curva de Pareto.

Nome do produto	Custo total	% custo	% acumulada
<b>Pão manual</b>	R\$ 25.729,69	15,03%	15,03%
<b>Pão chá</b>	R\$ 21.765,77	12,72%	27,75%
<b>Pão francês</b>	R\$ 18.971,30	11,08%	38,83%
<b>Bolo de milho kg</b>	R\$ 7.530,73	4,40%	43,23%
<b>Bolo amantegado</b>	R\$ 6.311,86	3,69%	46,91%
<b>Bolo Felicidade</b>	R\$ 4.226,25	2,47%	49,38%
<b>Nega maluca</b>	R\$ 4.194,20	2,45%	51,83%
<b>Pão de rosas tradicional</b>	R\$ 3.976,71	2,32%	54,16%
<b>Pão hambúrguer</b>	R\$ 3.330,22	1,95%	56,10%
<b>Torta 50 cm</b>	R\$ 3.192,21	1,86%	57,97%
<b>Pizza Brotinho</b>	R\$ 2.888,95	1,69%	59,65%
<b>Pão integral minus</b>	R\$ 2.676,06	1,56%	61,22%
<b>Bolo confeitado de Chocolate</b>	R\$ 2.567,95	1,50%	62,72%
<b>Pão roseta g</b>	R\$ 2.439,73	1,43%	64,14%
<b>Pão de leite coco</b>	R\$ 2.118,34	1,24%	65,38%
<b>Pão de cebola</b>	R\$ 2.025,40	1,18%	66,56%
<b>Pão integral light</b>	R\$ 1.932,71	1,13%	67,69%
<b>Pão da casa</b>	R\$ 1.774,29	1,04%	68,73%
<b>Delícia de Goiabada</b>	R\$ 1.721,96	1,01%	69,74%
<b>Torta 30 cm</b>	R\$ 1.697,08	0,99%	70,73%
<b>Brioche c/ recheio</b>	R\$ 1.609,30	0,94%	71,67%

Fonte: Autores, (2019).

A partir da Tabela 2, vemos que o produto Pão Manual, corresponde 15% do custo total da produção. A curva ABC, com o percentual dos custos em função dos produtos, é mostrada na Figura 1.

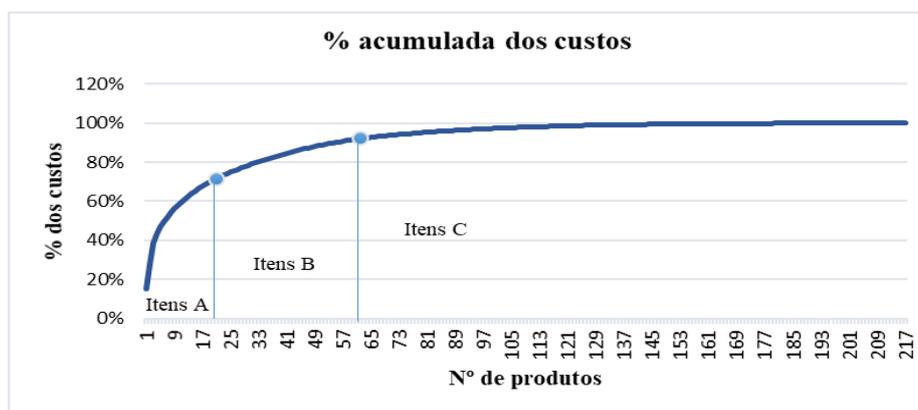


Figura 1: Curva ABC.

Fonte: Autores, (2019).

Utilizando a lei Pareto, adotando o seguinte critério: A ~ 72%; B ~ 20% e C ~ 8% dos custos totais dos itens, como pode ser observado na Tabela 3, foi feita a classificação ABC dos produtos.

Tabela 3: Porcentagens dos valores dos produtos.

Classe	Nº de produtos	% de produtos	% custos totais
A	21	9,68%	71,67%
B	41	18,89%	20,22%
C	155	71,43%	8,11%

Fonte: Autores, (2019).

A Tabela 3, mostra que a classe A representa 9,68% do total dos produtos e é responsável por 71,67% do valor total dos custos, a classe B representa 18,89% do total dos produtos e representa 20,22% do custo, e por último a C representa 71,47% do total acumulado, e com contribuição de 8,11% dos custos total, que também pode ser observado na Figura 2, que mostra a porcentagem aproximada dos custos.

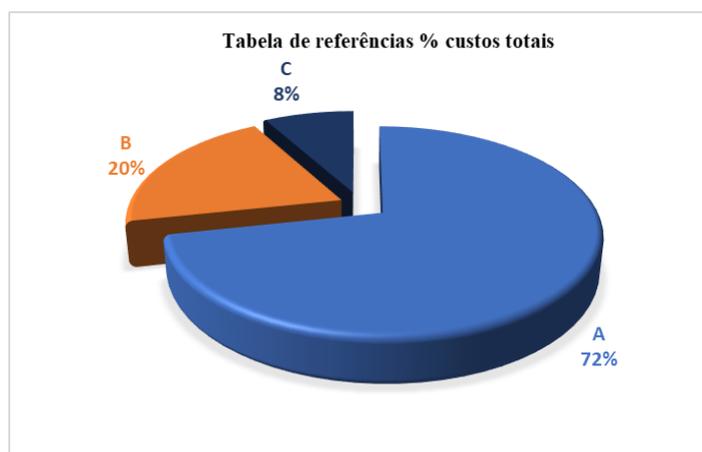


Figura 2: Relação dos Custos com os produtos ABC.

Fonte: Autores, (2019).

Graficamente, vemos que aproximadamente 10% dos itens correspondem a 72% dos custos (classe A), enquanto que aproximadamente 71% dos produtos geram 8% do total de custos (classe C). O esforço para uma eficiente gestão de estoques deve ser feito com especial atenção aos produtos de categoria A, pois seus custos são muito superiores aos produtos das categorias B e C.

### III.2 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A organização e separação dos produtos que tem alto custo de produção foi abordada pela classificação ABC pois possibilitara o tratamento diferenciado dos itens de maior importância, ou seja, os produtos que apresentam maior relevância em relação aos demais. Assim o proprietário terá maior controle sobre os materiais estocados, e essenciais para a produção do mesmo, principalmente aos que englobam maior ativo circulante, classe A, mesmo estes sendo em menor quantidade.

Como se trata de uma Panificadora e Confeitaria, a produção dos produtos requer uma grande quantidade de ingredientes, de difícil controle de estocagem, pois, possuem prazos de validade baixo, poucos fornecedores. Assim, uma

sugestão é a implantação do controle de entrada e saída de produtos do estoque, First In First Out (FIFO), onde o primeiro produto a entrar é o primeiro a sair, que contribuirá para que os produtos estocados não fiquem fora da validade e estraguem, o que evita perda de capital por desperdícios. A empresa deve também possuir uma política de compras bem definidas e alinhadas com o setor de estoque. Outra sugestão para a redução dos gastos com o reabastecimento dos ingredientes, é a necessidade de pesquisar outros fornecedores que ofereçam os ingredientes dos produtos que são classe A, responsável por 72% do valor total dos custos, a um preço menor.

Se o setor de compras conseguisse um novo fornecedor dos ingredientes da produção dos produtos classe A, a um custo 5% menor, isso irá ocasionar uma redução de R\$ 8.559,09 de custo para a empresa, no período analisado, e conseqüentemente um aumento de seu lucro.

Os 22 produtos da classe B, contribuem com aproximadamente 21% do total, sendo, portanto, de importância intermediária, devendo receber atenção correspondente da gestão. E os 155 produtos restantes, com contribuição de 8% do total, devem receber menor atenção, pois são da classe C.

Diante do que foi analisado pode-se observar a necessidade de se criar um modelo de controle de estoque que irá atender as necessidades e características da empresa em estudo. A empresa pode, em estudos futuros, analisar alguns dos pontos principais sugeridos abaixo, e os diagnósticos irão ajudá-la a selecionar o modelo mais adequado ao momento em que ela se encontra.

- Previsões: Não há nenhum modelo de previsão de demanda sendo utilizado pela empresa, as estimativas são feitas através da experiência adquirida pelos funcionários envolvidos no processo. Por não haver um registro das quantidades produzidas e descartadas, por isso, o controle é feito apenas por funcionários, que buscam adequar as quantidades produzidas à demanda, evitando o desperdício;

- Informações sobre o estoque: O controle é feito por um funcionário da empresa que controla visualmente a quantidade de material disponível. Periodicamente é feita a contagem dos materiais estocados para a obtenção do CMV (Custo das mercadorias vendidas). Portanto, somente são conhecidas e registradas as quantidades em estoque nos períodos que antecedem o balanço patrimonial e a apuração de resultados.

- Tecnologia de Controle: Não há um sistema de informações que contemple o controle do inventário. O controle sobre as compras é feito através de planilhas, elaboradas diariamente, onde estão as características do produto comprado, o preço pago, a quantidade e o fornecedor.

- Padrão de compras e produção: A forma como são feitas as compras da empresa e a como é utilizado o material do inventário exerce um papel de grande importância na seleção de um modelo adequado. Na empresa, há dias determinados para o recebimento de alguns produtos. Esses dias são separados por famílias de produtos. Assim, existe um dia na semana que é destinado ao recebimento de frios, derivados de leite também são recebidos em um único dia. Isto facilita o controle e a programação. Os horários de recebimento também são combinados com os fornecedores e, quando entregues fora do prazo combinado previamente, os produtos não são aceitos. Esta prática é comum no setor e não acrescenta ônus financeiro ao consumidor.

- Custo e tempo de implantação dos modelos: Apenas um funcionário cuida do estoque, por isso, há um limite de mão-de-obra a ser empregado no processo de controle do estoque.

#### IV. CONCLUSÕES

Através do estudo realizado, comprova-se que a classificação ABC é uma importante ferramenta na análise de estoque do ramo da Panificação e Confeitaria, auxiliando os administradores a analisar com precisão as condições dos produtos em estoque, e nas tomadas de decisões. A curva ABC levantada, além de selecionar quais produtos devem ser controlados de forma mais rigorosa, permitiu uma compreensão maior sobre aos produtos comprados e chama a atenção dos gerentes e sócios para o volume de compras, permitindo a detecção de onde é possível brigar por preços mais baixos com os fornecedores. Tentando reduzir ao máximo os custos na produção de seus principais produtos.

#### V. REFERÊNCIAS

- [1] C. V. Pinto. Organização e Gestão da Manutenção. 2ª ed. Lisboa: Edições Monitor, 2002.
- [2] I. Tofoli. Administração Financeira: Uma tratativa prática. 1ª ed. Campinas-SP: Arte Brasil, 2008.
- [3] N. Slack, S. Chambers, R. Johnston. Administração da Produção. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- [4] F. C. Vendrame. Administração de Recursos Materiais e Patrimoniais. 2008. Apostila da Disciplina de Administração, Faculdades Salesianas de Lins. Disponível em: <<http://www.unisalesiano.edu.br/encontro2009/trabalho/aceitos/C28331619803.pdf>> Acesso em: 13 out. 2018.
- [5] M. A. P. Dias. Administração de Materiais: Uma abordagem logística. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 1993.
- [6] L. A. Cabanas, M. C. Ribeiro, Apostila de administração de recursos materiais e patrimoniais. 2005. Disponível em: <<http://www.unisalesiano.edu.br/encontro2009/trabalho/aceitos/C35509178809.pdf>> Acesso em: 27 out. 2018.
- [7] P. G. Martins, P. R. C. Alt. Administração de Materiais e Recursos Patrimoniais. 3ª ed. São Paulo: Saraiva, 2009.
- [8] H. Pozo. Administração de recursos Materiais e Patrimoniais: uma abordagem logística. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- [9] N. C. Oliveira Junior, F. Cunha, S. Vignoli. Técnicas de Previsão e Gestão de Estoques. 2003.
- [10] H. Y. Ching. Gestão de estoques na cadeia logística integrada- Supply Chain. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- [11] P. G. Martins, P. R. C. Alt. Administração de Materiais e Recursos Patrimoniais. 2ª ed. São Paulo: Saraiva, 2005.



## Financial feasibility analysis in the implementation of a photovoltaic microgeneration system

Filipe Alves Barboza<sup>1</sup>, Lucas Lira Souza<sup>2</sup>, Adeon Cecilio Pinto<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF). Av. José de Sá Maniçoba, S/N - Centro, Petrolina – PE.

Email: [felipibarbosa96@gmail.com](mailto:felipibarbosa96@gmail.com), [lucaslira.nls@gmail.com](mailto:lucaslira.nls@gmail.com), [adeon.pinto@univasf.edu.br](mailto:adeon.pinto@univasf.edu.br)

### ABSTRACT

**Received:** December 21<sup>th</sup>, 2018

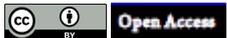
**Accepted:** January 15<sup>th</sup>, 2019

**Published:** March 31<sup>th</sup>, 2019

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM).

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



This article presents an economic feasibility evaluation for a possible installation of a photovoltaic system in a family home in the state of Pernambuco, which has high consumption. In order to reach the objective outlined, a survey of costs related to the equipment and energy tariffs practiced by the Electric Company of Pernambuco (CELPE) was carried out in the last 17 years, aiming to transmit veracity to the study in question. In the financial analysis, the main tools used in project evaluations were used, such as Net Present Value (NPV), Payback, and Internal Rate of Return (IRR). These indicators provide information that helps decision making and bring to light the liquidity capacity of the application, as well as its profitability. After applying these techniques, it was possible to observe that the investment returns the invested capital in a few years, when compared to its useful life, and presents a high degree of profitability, being its income superior up to three times of the initial value. Thus, it is safe to say that, under the conditions worked, the viability of the project is evident. Thus, in view of financial attractiveness, we sought to encourage and disseminate this type of energy generation through an economic approach.

**Keywords:** Economic feasibility, financial analysis, investments, photovoltaic system.

## Análise de viabilidade financeira na implantação de um sistema de microgeração fotovoltaica

### RESUMO

Este artigo traz uma avaliação de viabilidade econômica para uma possível instalação de um sistema fotovoltaico em uma residência familiar, no estado de Pernambuco, que possui alto consumo. Para atingir o objetivo traçado, foi realizado um levantamento de custos relativos ao equipamento, e às tarifas de energia praticadas pela Companhia Elétrica de Pernambuco (CELPE) nos últimos 17 anos, buscando transmitir veracidade ao estudo em questão. Na análise financeira, utilizou-se as principais ferramentas empregadas em avaliações de projetos, sendo elas o Valor Presente Líquido (VPL), o *Payback*, e a Taxa Interna de Retorno (TIR). Tais indicadores fornecem informações que auxiliam o processo decisório e trazem à luz a capacidade de liquidez da aplicação, assim como sua rentabilidade. Após a aplicação dessas técnicas, foi possível observar que o investimento retorna o capital investido em poucos anos, quando comparado à sua vida útil, e apresenta alto grau de lucratividade, sendo sua renda superior em até três vezes do valor inicial. Sendo assim, é seguro afirmar que, nas condições trabalhadas, a viabilidade do projeto é evidente. Dessa forma, tendo em vista a atratividade financeira, buscou-se incentivar e disseminar esse tipo de geração de energia, através de uma abordagem econômica.

**Palavras-Chave:** Viabilidade econômica, análise financeira, investimentos, sistema fotovoltaico.

### I. INTRODUÇÃO

A ideia de utilização de fontes alternativas de energias adquiriu grande notoriedade nos últimos anos devido,

principalmente, a conscientização da provável escassez dos recursos fósseis, por exemplo petróleo, e a necessidade de reduzir as emissões de gases nocivos à atmosfera. Um exemplo das fontes de energia são os painéis fotovoltaicos que

transformam a energia proveniente dos raios solares incidentes em energia elétrica.

O Brasil conta com um enorme potencial para geração de energia solar devido a sua localização geográfica, onde a maior parte de seu território situa-se próximo à linha do equador, consequentemente recebe a incidência de luz praticamente constante durante todo o dia. Todavia, esta ainda segue negligenciada pela falta de incentivo financeiro e de

políticas que estimulem a utilização de novos meios para produção de energia.

O não/mau aproveitamento de recursos alternativos causa uma dependência de outras fontes. As hidrelétricas dominam a matriz de energia brasileira, como é possível observar na Figura 1, seguidas por fontes não renováveis, sendo estas uma segunda via para geração.

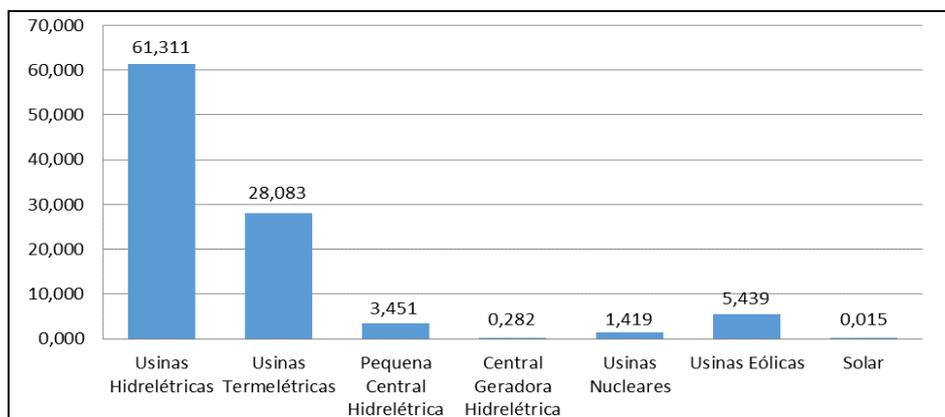


Figura 1: Capacidade Instalada de Geração Elétrica no Brasil (em porcentagem)

Fonte: Adaptado de [1].

A fonte hidráulica, apesar de ser renovável acarreta uma série de impactos ambientais e exige habilidade gerencial para administrar esses enormes empreendimentos. Ademais, devido aos níveis de pluviosidade estarem abaixo dos normais em áreas específicas, a utilização de usinas termelétricas como meio de suprir a energia demandada, tornou-se uma atividade frequente. Estas possuem alto custo quando ativadas, resultando em aumentos no sistema tarifário, e influenciando, consequentemente, no orçamento população, que paga pelo custo extra.

O sistema tarifário brasileiro é, segundo [2], a estruturado em um conjunto de tarifas, as quais variam de acordo com o grupo o qual estão sendo aplicadas. A tarifa corresponde ao valor monetário da energia elétrica (R\$/kWh), e para as residências, que se encontram no subgrupo B1 [3], ela é aplicada de forma convencional, ou seja, caracteriza-se por um valor fixo que independe do horário de utilização do dia ou época do ano.

Como expresso anteriormente, a capacidade para geração de energia solar é vasta, tendo em vista as particularidades territoriais. Esta pode ser utilizada como segunda opção para produção de energia em ocasiões na qual a geração convencional através das hidrelétricas não seja suficiente, tornando assim desnecessário o uso das termelétricas.

De acordo com o [4] a instalação de sistemas fotovoltaicos tem se tornada atrativa nos últimos anos devido à redução de custo contínua dos painéis. O preço dos mesmos é agora cerca da metade do preço que eles estavam em 2008, e cerca de 100 vezes menor do que eram em 1977. Ademais, esse sistema possui uma vida útil de aproximadamente 25 anos, não necessitando de manutenções periódicas frequentes, mostrando-se um investimento a longo prazo, o qual têm retorno mensal durante seu ciclo de vida, diminuindo seus custos à medida do uso.

As condições para o desenvolvimento dessa forma de produção energética estão cada vez mais favoráveis, visto que

apresenta uma trajetória de custos decrescentes ano após ano [5].

Segundo o [6], os painéis fotovoltaicos, geralmente fabricados de Silício cristalino, são 99% recicláveis e produzem energia elétrica por mais de 40 anos sem poluir. A grande maioria desses chegam ao final de vida útil com 80% de sua potência original. A eficiência comercial varia de 13% a 16%, sendo os que possuem um índice superior a 16% considerados *premium*, os quais evidentemente, apresentam maiores custos.

A Agência Nacional de energia Elétrica (ANEEL) aprovou a Resolução Normativa 687/2015, a qual faz modificações na Resolução 482/2012, classificando os sistemas de micro e minigeração distribuída, buscando reduzir as barreiras econômicas e facilitar a inserção dessa fonte alternativa, através do sistema de compensação de energia [1].

O sistema de compensação baseia-se em créditos de energia, quando a energia gerada com a energia consumida apresentarem um balanço líquido positivo, são gerados créditos que podem ser utilizados para abater o consumo nos meses subsequentes por um período de até 60 meses. Portanto, é possível que o consumidor de energia elétrica passe a gerar energia para consumo próprio e exportação dos excedentes para a rede elétrica [5].

No que refere-se à literatura acerca do tema que será abordado, é observado que esta ainda permanece escassa e o conteúdo científico apresentado por demais autores apresentam limitações. É constatado que para realização de estudo de viabilidade econômica para investimentos de longo prazo, faz-se necessário calcular a variação dos valores que estiverem em função das taxas flutuantes do mercado, porém devido à dificuldade de realizar tal cálculo, alguns autores optam por manter estas taxas fixas ao longo do tempo de estudo [7-8].

Todavia, a pesquisa em destaque realizará uma projeção para mensurar a variação dessas taxas, utilizando de valores anteriores à data da atual pesquisa e estimando as futuras alterações que acontecerão ao longo do tempo de investimento

estipulado. A utilização desse artifício tem como objetivo atenuar as discrepâncias entre os valores teóricos que serão apresentados e os valores reais.

Apesar de toda atratividade e de fatores positivos, socioeconômicos e ambientais, a geração de energia solar ainda não está difundida significativamente. Diante disso, o presente artigo tem como objetivo, através da simulação de uma implantação de um sistema fotovoltaico, realizar uma análise de viabilidade econômica, empregando técnicas de análise de investimento. O estudo terá como base uma residência na qual o consumo médio é de 570 kWh, no estado de Pernambuco. Dado tal enfoque, buscar-se-á destacar aspectos favoráveis à utilização da microgeração, evidenciando indicadores financeiros que auxiliem no processo decisório do projeto. Procurando informar e trazer tal tecnologia à realidade, fez-se necessária uma pesquisa dessa natureza, a fim de avaliar aspectos relativos à utilização da energia solar fotovoltaica.

## II. METODOLOGIA

A pesquisa é configurada pela realização de um estudo de viabilidade econômica, fundamentada no levantamento de dados referentes aos custos de um sistema fotovoltaico, avaliando sua rentabilidade e liquidez.

O estudo trata-se de caráter científico acadêmico, tendo por método a pesquisa quantitativa, buscando interpretar resultados obtidos numericamente, a fim de trazer *insights* que possibilitem uma tomada de decisão correta acerca da situação.

Este artigo caracteriza-se no método exploratório, utilizando-se da investigação de fatos e fazendo uma análise do que se sucede na realidade, na qual os dados são interpretados com respaldo em um embasamento teórico consistente, tencionando explorar a problemática estabelecida.

Tem como foco proporcionar maior familiaridade com o problema, de forma a torná-lo mais explícito. Pode-se dizer que esse tipo de pesquisa têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições [9].

A estrutura da análise financeira consiste em 3 etapas: estimativa de custos; definição de taxas; e aplicação de métodos.

Inicialmente serão estimados todos os custos que envolvem o processo de implementação do sistema, sejam eles de materiais, de instalação ou de planejamento. Em seguida serão determinadas as informações necessárias para a execução das técnicas financeiras. E por fim, considerando os custos associados à primeira etapa, juntamente com os resultados da segunda, faz-se a aplicação dos indicadores.

### II.1 ANÁLISE DE INVESTIMENTOS

A análise de investimentos estuda a aplicação de recursos, baseando-se em artifícios financeiros para apontar a melhor alocação de investimento, considerando os custos precedentes e resultados posteriores, a fim de proporcionar rentabilidade e identificar capacidade de liquidez e segurança em projetos.

Com o intuito de realizar uma pesquisa abrangente e prover resultados confiáveis, utilizar-se-á três métodos para avaliar a viabilidade na implantação de um sistema fotovoltaico. Isso decorre do fato de que cada procedimento possui limitações e que a aplicação de apenas um deles não é satisfatória para obter respostas consistentes.

De acordo com [10], o conhecimento desses métodos é importante para apoiar a boa qualidade da tomada de decisão de investimentos.

## II.2 TÉCNICAS DE ANÁLISE DE INVESTIMENTOS

### II.2.1 VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL)

O Valor Presente Líquido (VPL) ou *Net Present Value* (NPV), é considerado um método sofisticado, o que o torna um dos mais empregados em análise financeira de projetos, sendo possível calcular o valor do dinheiro no tempo levando em consideração as taxas de juros correntes. Por meio deste, as entradas e saídas de recursos (*cash-flow*) projetadas são trazidas para o valor atual, possibilitando ser comparadas ao investimento.

Através do VPL, os fluxos de retorno do investimento são descontados a uma taxa específica. Esta taxa, chamada de taxa de desconto se refere ao retorno mínimo que um investimento deve ter para ser considerado atrativo, de forma a cobrir o seu custo de oportunidade [11].

O custo de oportunidade é a avaliação de quanto está custando perder a oportunidade de investir em outra coisa, que tem por característica ser líquida e certa [12].

A taxa de desconto, também conhecida como taxa média de atratividade (TMA), segundo [13], baseia-se em fatores como natureza do negócio, objetivo do investimento, custo dos fundos de garantia para o investimento e taxa de retorno mínimo desejável e é sempre estabelecida pela gerência.

Através do valor do VPL, define-se a viabilidade ou não do investimento. Se este for maior que zero, considera-se o projeto atrativo, já que possui rentabilidade e é capaz de remunerar o capital aplicado com garantia. Quando o VPL tiver valor inferior a zero, o investimento é classificado como inviável, pois seu rendimento não será capaz de cobrir integralmente os custos, ocasionando prejuízos. Se igual a zero, julga-se o investimento como indiferente, este não apresentará rentabilidade, porém não será capaz de gerar perdas.

O cálculo do valor presente líquido se dá por meio da equação abaixo.

$$VPL = \sum_{n=0}^N \frac{FC_n}{(1+TMA)^n} \quad (1)$$

O termo  $N$  representa o número de parcelas,  $FC_n$  representa o fluxo de caixa no período  $n$ , sendo a primeira parcela contabilizada negativa, pois refere-se ao investimento inicial e a  $TMA$  (taxa média de atratividade) representa o mínimo valor de retorno que o investidor pretende obter.

A técnica VPL não consegue fornecer os benefícios e prejuízos de um investimento. Para estudar a viabilidade financeira deverão ser utilizados outros parâmetros complementares, como a Taxa Interna de Retorno (TIR).

### II.2.2 TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR)

A Taxa Interna de Retorno (TIR) ou *Internal Rate of Return* (IRR), consiste na taxa de desconto que iguala o VPL a zero, fazendo com que as entradas (*inputs*) se igualem as saídas

(*outputs*), isto é, representa o lucro real a ser acumulado no investimento.

Para [14], realizar uma análise pela TIR é extrair do projeto o percentual de ganho que ele oferece ao investidor.

Empregando essa técnica, o critério a ser avaliado consiste na comparação entre a TIR e a TMA. Se a taxa interna de retorno for maior que a taxa média de atratividade traçada inicialmente, o investimento é tido como viável, caso contrário, é tomado como inviável.

De acordo com [11], a TIR possui como maior vantagem possibilitar a comparação de investimentos de diferentes tipos e de considerar o prazo total e a escala dos mesmos, pois ela tem o caráter relativo, expressando seus resultados percentualmente, e não em valores absolutos, como o VPL.

### II.2.3 PAYBACK TIME

O termo *payback* significa “retorno” e representa um indicador utilizados pelas empresas para mensurar o período de tempo de retorno financeiro de um investimento, ou seja, o tempo necessário para igualar todos os rendimentos provenientes de um investimento ao o valor inicial deste.

As principais vantagens apresentadas pelo cálculo do *payback* são principalmente a sua fórmula simples e de fácil aplicação, oferecendo uma estimativa do nível de risco de um investimento. Em contrapartida, apresenta algumas desvantagens, pois para projetos de longa duração esses rendimentos podem apresentar uma grande taxa de variação, dificultando assim o cálculo.

O cálculo do *payback* envolve uma fórmula simples, pois todas as variáveis são fáceis de serem estimadas. Ele consiste numa divisão do investimento inicial pelo resultado da média de rendimentos provenientes desse investimento [15].

Todavia, a simplicidade do *payback* o torna um método incorreto na perspectiva matemática, pois não considera os princípios de equivalência de taxas ao longo do tempo estabelecidos pela matemática financeira. E para suprir essa deficiência seu cálculo foi aprimorado e denominado *payback* descontado, que por sua vez utiliza uma taxa de desconto que representa a valorização do capital ao longo do tempo. A taxa de desconto usualmente utilizada é a TMA (Taxa Mínima de Atratividade).

Para o novo cálculo é necessário descontar a taxa utilizada dos fluxos de caixas presentes no período de investimento analisado, somando os valores das referidas parcelas por fim realizar o cálculo do *payback* original.

## III. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Seguindo a divisão proposta na metodologia, foi feito um levantamento de dados através de uma pesquisa de mercado, buscando quantificar custos e descrevê-los, assim como todas as informações relativas à instalação de um sistema. A Tabela 1 mostra tais custos.

Foi escolhido, para esse estudo, uma residência onde o consumo médio mensal é de 570 kWh, na qual o equipamento fotovoltaico teria capacidade para gerar 584 kWh/mês, de forma que seria compensado 108% do consumo da casa. Para atender essa demanda de energia, o sistema necessita de 16 painéis fotovoltaicos, fazendo-se necessário utilizar uma área de 25,60 m<sup>2</sup> e tendo capacidade total de 4,32 kWp.

Tabela 1: Custos do projeto.

Descrição	Total
Kit Gerador Solar Fotovoltaico	R\$ 25.291,00
Custos de Instalação	R\$ 3.456,00
Layout de Projeto	R\$ 500,00
<b>Total</b>	<b>R\$ 29.247,00</b>

Fonte: Autores, (2018).

No que tange à manutenção dos equipamentos, esta ocorre apenas esporadicamente, tendo um custo mínimo, quando comparada ao do sistema, e variável, visto que depende de qual empresa/estabelecimento irá realizá-la. Os custos de adaptação para instalar o mecanismo também são variáveis e não há ao certo como mensurá-los, pois baseiam-se na estrutura da residência.

Para poder aplicar o método VPL, é necessário calcular o retorno financeiro em pelo menos um ano, só a partir deste é possível projetar as próximas entradas de capital. Sabendo que o sistema gera 7008 kWh/ano e o consumo é de 6840 kWh/ano, considerando a tarifa de energia média de 2017, tem-se a seguinte situação descrita na Tabela 2.

Tabela 2: Consumo e geração.

Consumo Anual (kWh)	Tarifa (R\$/kWh)	Despesa Anual
6840	0,66557	R\$ 4.552,50
Geração Anual (kWh)	Tarifa (R\$/kWh)	Economia Anual
7008	0,66557	R\$ 4.664,31

Fonte: Autores, (2018).

Feito esse cálculo, pode-se construir o fluxo financeiro. Entretanto, as entradas não serão as mesmas a cada ano, visto que a tarifa energética não se mantém constante, sofrendo variações ao longo do tempo. Dessa forma, procurando estabelecer um balanceamento, foi feita uma média da variação das tarifas entre os anos de 2001 e 2017, como é possível observar na tabela 3. Na figura 2, essa variação é posta de forma gráfica em valores percentuais para melhor compreensão. É importante ressaltar que as tarifas aqui trabalhadas já recebem incidência de impostos, e que estes estão sendo considerados nos cálculos realizados.

Tabela 3: Média das tarifas.

Ano	Varição	Média
2001		8,9166%
2002	14,161%	
2003	21,528%	
2004	32,374%	
2005	19,231%	
2006	17,526%	
2007	3,492%	
2008	1,214%	
2009	-0,940%	
2010	3,353%	
2011	-3,142%	
2012	3,642%	
2013	-15,182%	
2014	15,481%	
2015	4,761%	
2016	16,936%	
2017	8,230%	

Fonte: Autores, (2018).

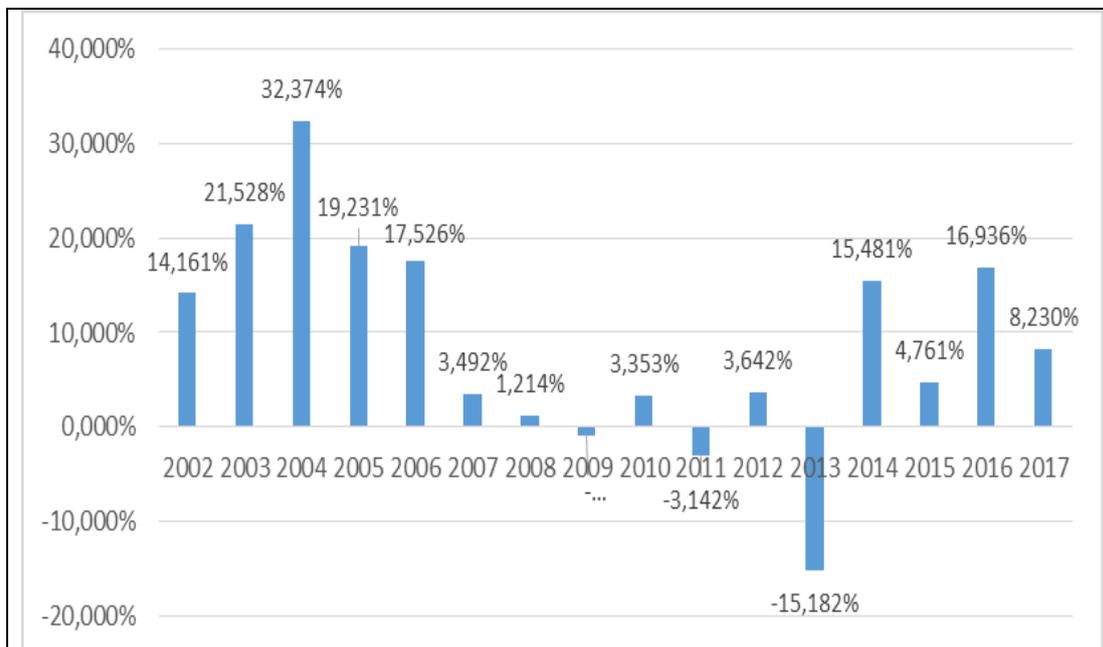


Figura 2: Variação tarifária percentual em relação ao ano anterior.

Fonte: Autores, (2018).

Para de fato calcular o valor presente líquido, utiliza-se a taxa média de atratividade (TMA), a qual será considerada a taxa de rendimento anual da poupança, 6,7% a.a. Esta foi determinada com base no retorno mínimo necessário para que o investimento em energia solar se mostrasse lucrativo. As projeções do fluxo de caixa do investimento foram realizadas a partir da primeira e sendo aplicada sobre esta a alteração média da tarifa de energia. Na tabela abaixo tem-se o fluxo de caixa e o VPL.

Tabela 4: Cash-flow e VPL.

Período	Ano	Cash-flow
0	2017	-R\$ 29.247,00
1	2018	R\$ 4.552,50
2	2019	R\$ 4.958,43
3	2020	R\$ 5.400,55
4	2021	R\$ 5.882,10
5	2022	R\$ 6.406,58
6	2023	R\$ 6.977,83
7	2024	R\$ 7.600,01
8	2025	R\$ 8.277,67
9	2026	R\$ 9.015,76
10	2027	R\$ 9.819,66
11	2028	R\$ 10.695,24
12	2029	R\$ 11.648,89
13	2030	R\$ 12.687,58
14	2031	R\$ 13.818,88
15	2032	R\$ 15.051,05
16	2033	R\$ 16.393,10
17	2034	R\$ 17.854,80
18	2035	R\$ 19.446,84
19	2036	R\$ 21.180,84
20	2037	R\$ 23.069,45
21	2038	R\$ 25.126,46
22	2039	R\$ 27.366,89
23	2040	R\$ 29.807,08
24	2041	R\$ 32.464,86
25	2042	R\$ 35.359,63
<b>VPL</b>		<b>R\$ 108.773,81</b>

Fonte: Autores, (2018).

Tratando-se do *payback*, foi descontado no valor inicial do investimento, o valor da economia anual de energia, e assim sucessivamente com os valores atualizados mediante a taxa média de aumento, até 25 anos subsequentes. A partir desse mecanismo, torna-se possível a visualização do sistema de auto pagamento oferecido pelo *payback*. Em posse dos dados de entrada e saída (*cash-flow*), é realizável o cálculo da taxa interna de retorno, a qual expressa a remuneração do capital investido. A tabela 5 retrata a situação trabalhada.

Tabela 5: Payback e TIR

Período	Ano	Cash-flow	Payback
0	2017	-R\$ 29.247,00	-R\$ 29.247,00
1	2018	R\$ 4.552,50	-R\$ 24.694,50
2	2019	R\$ 4.958,43	-R\$ 19.736,07
3	2020	R\$ 5.400,55	-R\$ 14.335,52
4	2021	R\$ 5.882,10	-R\$ 8.453,43
5	2022	R\$ 6.406,58	-R\$ 2.046,85
6	2023	R\$ 6.977,83	R\$ 4.930,98
7	2024	R\$ 7.600,01	R\$ 4.930,98
8	2025	R\$ 8.277,67	R\$ 20.808,66
9	2026	R\$ 9.015,76	R\$ 29.824,43
10	2027	R\$ 9.819,66	R\$ 39.644,09
11	2028	R\$ 10.695,24	R\$ 50.339,33
12	2029	R\$ 11.648,89	R\$ 61.988,22
13	2030	R\$ 12.687,58	R\$ 74.675,80
14	2031	R\$ 13.818,88	R\$ 88.494,68
15	2032	R\$ 15.051,05	R\$ 103.545,73
16	2033	R\$ 16.393,10	R\$ 119.938,83
17	2034	R\$ 17.854,80	R\$ 137.793,63
18	2035	R\$ 19.446,84	R\$ 157.240,48
19	2036	R\$ 21.180,84	R\$ 157.240,48
20	2037	R\$ 23.069,45	R\$ 201.490,77
21	2038	R\$ 25.126,46	R\$ 226.617,23
22	2039	R\$ 27.366,89	R\$ 253.984,12
23	2040	R\$ 29.807,08	R\$ 283.791,21
24	2041	R\$ 32.464,86	R\$ 316.256,07
25	2042	R\$ 35.359,63	R\$ 351.615,70
<b>TIR</b>		<b>23,856%</b>	

Fonte: Autores, (2018).

Para melhor compreensão e buscando uma forma mais intuitiva de organizar os dados, a figura 3 dispõe de um gráfico

para ilustrar, em um intervalo de 25 anos, o tempo que o investimento leva para compensar o recurso empregado.

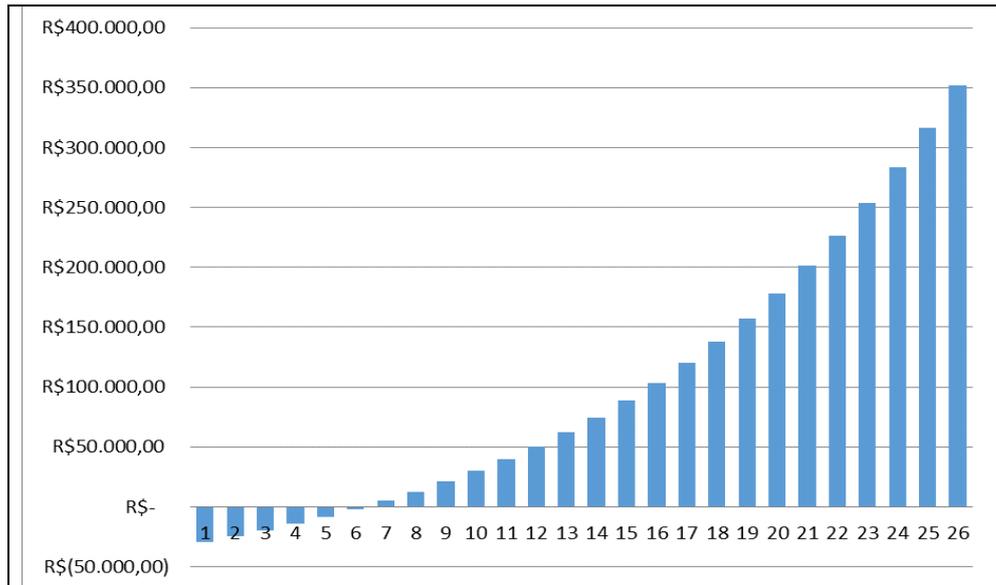


Figura 3: Payback em 25 anos.

Fonte: Autores, (2018).

De modo a dar um caráter diferenciado e prover maior quantidade de indicadores, assim como facilitar o processo decisório, ainda há abertura a mais um recurso avaliativo, o índice de lucratividade. De acordo com [16], o Índice de Lucratividade (IL) é uma medida relativa entre o valor presente dos fluxos de caixa recebidos e o investimento inicial. A equação abaixo retrata a situação.

$$IL = \frac{VPL}{I_0} \quad (2)$$

Sendo  $VPL$  o valor presente líquido e  $I_0$  o investimento inicial.

O critério de decisão é muito simples. O investimento deve ser aceito se ao menos  $IL=1$ . Isso significa que a soma dos fluxos de caixa, descontados pela taxa escolhida, será pelo menos igual ao investimento inicial [17].

Aplicando os valores das variáveis à fórmula, obtém-se um IL de 3,71, isto é, para cada R\$ 1,00 investido, o retorno gerado pelo sistema fotovoltaico é de R\$ 3,71. Assim, esse indicador solidifica os resultados anteriores, no tocante à rentabilidade, enfatizando a viabilidade nessa situação.

Apesar de raramente utilizado, em virtude de sua simplicidade, tal índice é capaz de fornecer dados que podem agregar informações no que tange aos critérios de avaliação do investimento.

Diante dos resultados expostos, pode-se afirmar, com base nos parâmetros adotados, que o investimento possui liquidez, e grande retorno do capital injetado, além de um tempo de *payback* considerado bastante atrativo, além de utilizar uma fonte de energia considerada infinita. Como citado anteriormente nesta pesquisa, tal atratividade é fruto da desconstrução de barreiras econômicas e sociais, as quais limitavam e restringiam a utilização desse novo modelo de energia. Em virtude disso, se faz necessária uma difusão dessa

prática, tendo como foco apresentar os aspectos rentáveis, e assim, incentivar esse modelo de geração.

#### IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo obteve êxito em realizar a análise econômico-financeira proposta, empregando os métodos de análise de investimento descritos, no objeto de estudo em destaque, bem como identificar os pontos favoráveis da utilização da energia fotovoltaica. A isenção de ICMS sobre a microgeração no estado de Pernambuco foi o fator primordial para que o tempo de *payback* se tornasse tão atrativo, visto que essa liberação ocasiona um aumento na economia anual, a qual tem influência direta neste indicador econômico. Em suma, nas condições em que a simulação foi realizada, é notória a viabilidade de investimento. Vários aspectos contribuíram significativamente para a obtenção de resultados de tal magnitude, além da isenção de ICMS, como citado, o aumento médio da tarifa de energia, o qual foi um valor alto em virtude das alterações nos últimos anos, fez elevar as projeções do fluxo de caixa, o que acarretou em uma maior rapidez no tempo de pagamento. Ademais, a taxa mínima de atratividade escolhida nesse caso, foi baixa em comparação à outros estudos presentes na literatura acerca da temática, porém, as razões para escolha foram sólidas. O valor utilizado foi o rendimento médio da poupança, caso a proposta se mostrasse inviável, seria mais proveitoso aplicar o recurso no banco do que empregá-lo na aquisição de um sistema fotovoltaico. Visto que a designação da TMA é algo que não segue regras, mas sim um critério de decisão, cabe somente ao investidor definir. É válido salientar que, as projeções aqui feitas são baseadas em um consumo de até 584 kWh mensais para o tipo de classificação destacada na seção 4 deste trabalho, sendo necessário outro estudo, caso não se enquadre às especificações utilizadas. Devido à flutuação constante das taxas do mercado, tais projeções se caracterizam como aproximações, podendo não ser os futuros valores reais. Isto pode configurar-se como limitação do presente artigo.

## V. REFERÊNCIAS

- [1] ANEEL. Resolução Normativa nº 687, de 24 de Novembro de 2015. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>>. Acesso em 31 ago 2017.
- [2] ANEEL. Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional (PRODIST): Módulo 1 - Introdução. 2016. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/documents/656827/14866914/M%C3%B3dulo1\\_Revisao\\_9/1b78da82-6503-4965-abc1-a2266eb5f4d7](http://www.aneel.gov.br/documents/656827/14866914/M%C3%B3dulo1_Revisao_9/1b78da82-6503-4965-abc1-a2266eb5f4d7)>. Acesso em 18 jul. 2017.
- [3] ANEEL. Resolução Normativa nº 414, de 9 de Setembro de 2010. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2010414.pdf>>. Acesso em 18 jul. 2017.
- [4] Portal Solar. Placa Solar Preço. 2015. Disponível em: <<http://www.portalsolar.com.br/placa-solar-preco.html>>. Acesso em 16 jul. 2017.
- [5] Nakabayashi, R.; Microgeração fotovoltaica no Brasil: Viabilidade econômica. 2015. 107 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Instituto de Energia e Ambiente. Universidade de São Paulo, São Paulo. 2015
- [6] Portal Solar. Escolhendo o Pannel Fotovoltaico - 10 Coisas Para Saber. 2014. Disponível em: <<http://www.portalsolar.com.br/escolhendo-o-pannel-fotovoltaico--10-coisas-para-saber.htm>>. Acesso em 16 jul. 2017.
- [7] Santos, F. A.; Souza, C.A.; Dalfior, V. A. O.; ENERGIA SOLAR: um estudo sobre a viabilidade econômica de instalação do sistema fotovoltaico em uma residência em Ipatinga-MG. Em: Simpósio de excelência em Gestão e Tecnologia, XIII, Rio de Janeiro, RJ, 2016. 14 p.
- [8] Dassi, J. A.; Zanin, A.; Bagatini, F. M.; Tibola, A.; Barichello, R.; Moura, G. D.D.; Análise da viabilidade econômico-financeira da energia solar fotovoltaica em uma Instituição de Ensino Superior do Sul do Brasil. Em: Congresso Brasileiro de custos, XXII, Foz do Iguaçu, PR, 2015. 16 p.
- [9] Kauark, F.; Manhães, F. C.; Medeiros, C. H.; Metodologia da Pesquisa: Um guia prático. Itabuna: Via Litterarum, 2010.
- [10] Puccini, E. C.; Matemática Financeira e Análise de Investimentos, Departamento de Ciências da Administração. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. CAPES: UAB, 2011. 204 p.
- [11] Bona, A.; Conheça os métodos de análise de investimentos. 2016. Disponível em: <<https://andrebona.com.br/analise-de-investimentos/>>. Acesso em 26 jul. 2017.
- [12] Bona, A.; Como saber se o meu investimento está dando certo. 2016. Disponível em: <<https://andrebona.com.br/como-saber-se-o-meu-investimento-esta-dando-certo/>>. Acesso em 26 jul. 2017.
- [13] Warren, C. S.; Reeve, J. M.; Fess, P. E.; Contabilidade Gerencial. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001.
- [14] Pilão, N. E.; Hummel, P. R. V.; Matemática financeira e engenharia econômica: a teoria e a prática da análise de projetos de investimento. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.
- [15] Mesquita, R.; Payback: O que é e como calcular o da sua empresa. Disponível em: <<http://saiadolugar.com.br/payback/>>. Acesso em 26 jul. 2017.
- [16] Reis, V. V.; Valverde, A. R.; Mendonça, R. R. de; Viabilidade econômica de um projeto de microgeração fotovoltaica residencial no ambiente de compensação de energia elétrica. In: Congresso Virtual Brasileiro de Administração. XII. 2015.
- [17] Bordeaux-Rêgo, R.; Paulo, G. P.; Spritzer, I. M. De P. A.; Zotes, L. P.; Viabilidade econômico-financeira de projetos. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006.



## The contributions of ergonomics to the production of a chair adapted for children with disabilities

Juliana Souza de Jesus Silva<sup>1</sup>, Sillana Sena Gomes<sup>2</sup>, Natássia Ariele dos Santos Neves<sup>3</sup>,  
Nelma de Cássia Silva Sandes Galvão<sup>4</sup>, Bruno Souza Fernandes<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup> Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) – Rua Rui Barbosa, 710 - Centro - Cruz das Almas - BA.

Email: [julianasouza-@live.com](mailto:julianasouza-@live.com), [sillanagomes@gmail.com](mailto:sillanagomes@gmail.com), [nath.neves2@gmail.com](mailto:nath.neves2@gmail.com), [nelma.galvao@ufrb.edu.br](mailto:nelma.galvao@ufrb.edu.br), [bruno.fernandes@ufrb.edu.br](mailto:bruno.fernandes@ufrb.edu.br)

### ABSTRACT

**Received:** December 28<sup>th</sup>, 2018

**Accepted:** January 10<sup>th</sup>, 2019

**Published:** March 31<sup>th</sup>, 2019

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM).

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Assistive technology is an area that is concerned with the development of technologies for the autonomy, quality of life and independence of those who use it. The use of adapted chairs for people who have difficulty locomotion is one of the features of assistive technology. The objective of this study was to develop an adapted chair using low cost materials and to analyze the contributions of ergonomics in the design of this chair in order to favor the best adaptation for the users. The methodology applied was the construction of a chair according to the anthropometric measures of two students of a municipal school in Feira de Santana in Bahia, using low cost materials and applying a checklist elaborated based on biomechanics, anthropometry and ergonomics of the product of a chair. The results indicate that the chair meets the necessary requirements based on the biomechanics and ergonomics of the product investigated, but presents limitations on anthropometry, since it does not allow use by people who do not have weight and height similar to those of children who were measured. It is considered that ergonomics can support the construction of Assistive Technology features, such as the adapted chair for children with difficulty in locomotion, presented in this article.

**Keywords:** Ergonomics, Assistive Technology, adapted chair.

## As contribuições da ergonomia para a produção de uma cadeira adaptada para crianças com deficiência

### RESUMO

A tecnologia assistiva é uma área que se preocupa com o desenvolvimento de tecnologias para a autonomia, qualidade de vida e independência daqueles que a utilizam. O uso de cadeiras adaptadas para as pessoas que possuem dificuldades de locomoção é um dos recursos de tecnologia assistiva. O objetivo desse estudo foi desenvolver uma cadeira adaptada utilizando materiais de baixo custo e analisar as contribuições da ergonomia no *design* dessa cadeira a fim de favorecer a melhor adaptação para os usuários. A metodologia aplicada foi a construção de uma cadeira de acordo com as medidas antropométricas de dois alunos de uma escola municipal de Feira de Santana na Bahia, utilizando materiais de baixo custo e aplicação de uma lista de verificação elaborada com base na biomecânica, antropometria e ergonomia do produto de uma cadeira. Os resultados apontam que a cadeira cumpre os requisitos necessários com base na biomecânica e na ergonomia do produto investigados, mas apresenta limitações quanto a antropometria, já que não permite uso por pessoas que não tenham peso e altura semelhantes aos das crianças que foram medidas. Considera-se que a ergonomia pode dar suporte à construção de recursos de Tecnologia Assistiva, como a cadeira adaptada para crianças com dificuldade de locomoção, apresentada neste artigo.

**Palavras-Chave:** Ergonomia, Tecnologia Assistiva, cadeira adaptada.

## I. INTRODUÇÃO

Esse artigo tem como temática a associação da Tecnologia Assistiva com a Ergonomia para a criação de recursos mobiliários para pessoas com deficiência física ou dificuldades de locomoção. A interdisciplinaridade é peça fundamental para o desenvolvimento deste seguimento, tendo em vista que profissionais de diversas áreas agregaram conhecimentos, contribuindo com a realização deste projeto.

Tecnologia Assistiva é uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social [1].

O uso de cadeiras adaptadas para as pessoas que possuem dificuldades de mobilidade é um dos recursos de tecnologia assistiva. Estas cadeiras são construídas de acordo com a Adequação Postural, um dos ramos da Tecnologia Assistiva, que juntamente com os conceitos de ergonomia, tem a função de avaliar, indicar e confeccionar recursos que buscam melhorar a postura da pessoa com deficiência [2].

Um indivíduo não é capaz de explorar o meio e manter sua atenção se não estiver com a postura alinhada e estável. O aluno com disfunções neuromotoras necessita de recursos específicos para obter uma postura estável e confortável, de modo a ficar disponível para as questões de aprendizado [2].

De acordo com [3], a ergonomia é o estudo da adaptação do trabalho ao homem. Nesta definição, percebe-se que o conceito é bastante amplo e se refere a qualquer situação que inter-relacione o homem e uma atividade produtiva, para que os resultados desejados sejam alcançados de forma que a saúde e o bem-estar do indivíduo sejam preservados. Para isso, é necessário realizar de antemão, um estudo das características desse indivíduo.

Como a ergonomia é uma ciência, de caráter interdisciplinar, que estuda as condições de trabalho para adaptar às características dos indivíduos, buscando sempre o conforto, segurança e saúde, é possível que a construção de recursos de tecnologia assistiva esteja amplamente relacionada às diferentes áreas da ergonomia.

Segundo [4], a ergonomia é o estudo da adaptação do trabalho ao homem que utiliza de técnicas de análise do trabalho e de diversas áreas do conhecimento, especificando as condições ideais para execução de atividades, e também as condições de trabalho que não estão em conformidade com o funcionamento do corpo humano.

Neste projeto, o domínio especializado utilizado foi a Ergonomia Física, responsável por analisar as características da anatomia humana, antropometria e biomecânica, além de sugerir adequações no sentido da postura, manuseio de materiais, movimentos repetitivos, relacionados a atividade desenvolvida, segurança e saúde do usuário [3].

Portanto, o objetivo desse estudo foi desenvolver uma cadeira adaptada utilizando materiais de baixo custo, para ser utilizada na Sala de Recursos Multifuncionais (SEM) por dois alunos da Escola Municipal Monteiro Lobato (EMML), localizada em Feira de Santana, Bahia, e analisar as

contribuições da ergonomia no design dessa cadeira a fim de favorecer a melhor adaptação para os usuários.

Este artigo decorre de atividades de extensão universitária desenvolvidas durante os anos de 2016 e 2017, por docentes e discentes do Centro de Ciência, Tecnologia, Energia e Sustentabilidade (CETENS), da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB). A ação envolveu a acessibilidade de crianças com deficiência em uma Escola Municipal da cidade de Feira de Santana, na Bahia, inserindo-se no campo teórico e prático dos estudos sobre Tecnologia Assistiva.

## II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### II.1 TECNOLOGIA ASSISTIVA

Um dos principais focos da área da Tecnologia Assistiva é proporcionar conforto ao usuário através de recursos, favorecendo seu desenvolvimento e ressaltando suas aptidões, levando-o para uma maior autonomia e independência na função solicitada. Para isso, é necessário ficar atento para postura do indivíduo, o que é primordial para sua segurança, além de favorecer a locomoção e interações interpessoais em qualquer contexto aplicado. Desse modo, o assento e posicionamento são também responsáveis pela funcionalidade, sendo determinantes para o alto desempenho da Tecnologia Assistiva [5].

Quando um usuário de qualquer recurso de Tecnologia Assistiva é exposto continuamente a desconfortos causados pelo próprio recurso, sua aprendizagem ou desempenho tendem a ser diretamente comprometidos. Nestes casos, não é incomum que o recurso deixe de ser utilizado.

A Tecnologia Assistiva tem um grande diferencial, por ser caracterizado como um campo interdisciplinar, pois agrega experiências e conhecimentos intrínsecos de profissionais de várias áreas relacionadas. Por ser uma área prática, a Tecnologia Assistiva exprime por meio da criatividade, produções inovadoras e adequadas aos usuários, partindo por vezes de iniciativas dos mesmos, ou de membros da família, e demais não-profissionais na área [5].

Como exemplo de profissionais que se relacionam com a área da Tecnologia Assistiva, estão incluídos engenheiros de diversas áreas, que são essenciais na concepção, no *design*, no desenvolvimento de dispositivos e controle de interfaces para os usuários de Tecnologia Assistiva. É de suma importância o trabalho de pesquisa e aplicação por parte dos engenheiros no desenvolvimento e refinamento de tecnologias seguras e efetivas na vasta área da Tecnologia Assistiva [5].

### II.2 BIOMECÂNICA

Este seguimento da ergonomia analisa a questão das posturas corporais no ambiente em que o indivíduo está inserido, exercendo sua função, a aplicação de forças, as consequências ocasionadas de tudo isso. Em muitos casos, estresses musculares, dores e fadiga, são provocados por produtos e postos inadequados que, às vezes, podem ser resolvidas com providências simples [3].

A biomecânica ocupacional é uma parte da biomecânica geral, que se ocupa dos movimentos corporais e forças relacionadas ao trabalho. Assim, preocupa-se com as interações

físicas do trabalhador, com o seu posto de trabalho, máquinas, ferramentas e materiais, visando reduzir os riscos de distúrbios músculo-esqueléticos [6].

No ambiente escolar, os alunos geralmente ficam sentados por longos períodos. Nesta situação, para que o conforto seja garantido, é necessário fazer estudo da postura e das dimensões antropométricas, para se projetar de forma adequada o posto de trabalho escolar [3].

No caso do objeto de estudo deste artigo, o alinhamento corporal na postura sentada, deve respeitar certos limites. A variação da angulação pode acontecer da seguinte forma: do quadril entre 90° e 100°, joelhos entre 90° e 105° e os tornozelos em 90°. Desta forma, o peso seria distribuído, proporcionando maior estabilidade [7].

Para qualquer indivíduo, manter-se assentado durante um longo período de tempo requer uma preocupação sobre a postura ideal, para que não existam lesões consequenciais. A atenção com relação a isto deve ser redobrada quando se trata de crianças.

Dores e degenerações causadas por posturas inadequadas podem persistir durante toda a vida do indivíduo. Cerca de 30% dos alunos têm dores na coluna e cerca de 36% dos adultos apresentam deformações ósseas e dores na coluna, que podem ter origem a partir de posturas inadequadas na sala de aula [3].

### II.3 ANTROPOMETRIA

A antropometria trata das medidas físicas do corpo humano. O crescimento físico não é um processo linear, além disso, existem diferenças individuais com relação a esse crescimento. Os segmentos corporais apresentam diferentes velocidades de crescimento, existem também diferenças entre os sexos [6].

Aparentemente, medir as pessoas seria uma tarefa fácil (...). Entretanto, isso não é tão simples assim, quando se pretende obter medidas representativas e confiáveis de uma população, que é composto de indivíduos dos mais variados tipos e dimensões. Além disso, as condições em que essas medidas são realizadas [...] influem consideravelmente nos resultados [6].

A antropometria pode ser classificada em dinâmica, funcional ou estática. A antropometria dinâmica mede os alcances dos movimentos. Os movimentos de cada parte do corpo são medidos mantendo-se o resto do corpo devidamente parado. Antropometria funcional faz menção a atividades específicas onde várias partes do corpo são utilizadas para realizar uma função. Como cada parte do corpo não se move isoladamente, um conjunto de diversos movimentos são realizados para se desempenhar uma função. A antropometria estática, utiliza as medidas do corpo em repouso ou com poucos movimentos, como no caso dos alunos na realização das atividades propostas pela professora da sala de recursos [3].

### II.4 ERGONOMIA DO PRODUTO DE CADEIRAS ESCOLARES

Para que a permanência da criança na escola seja efetiva, é necessário garantir meios que proporcionem o seu desenvolvimento escolar. Nesse contexto, estar bem posturado mostra-se um fator de relevância para qualquer criança. Em caso de pessoas que passam a maior parte do tempo na postura sentada, a exemplo das crianças que fazem o uso da cadeira de rodas, uma postura adequada pode evitar não apenas dores, como também, o desencadeamento de problemas mais severos na coluna cervical.

A postura errada provoca um maior desgaste das vértebras, dos discos e das articulações, pois elas estão incongruentes, gastando mais rapidamente a cartilagem articular nos pontos de maior pressão. As estruturas posteriores estão sendo alongadas e as anteriores comprimidas. Em função disso, ocorrem distensões nos ligamentos e desequilíbrio muscular [8].

Desta forma, o uso da ergonomia na construção de mobiliário escolar direcionado à criança com deficiência, mostra sua relevância ao proporcionar igualdade nas condições posturais no ambiente de aprendizagem.

A criança e o adolescente têm direito à educação, visando ao pleno desenvolvimento de sua pessoa, preparo para o exercício da cidadania e qualificação para o trabalho, assegurando-se-lhes:

I – igualdade de condições para o acesso e permanência na escola; [...] [9].

No final do século 19, a ideia de que na postura sentada, o bem-estar e o rendimento no trabalho é maior, com uma menor fadiga começou a ser difundida. Para tornar esta posição o menos desconfortável possível, a melhor postura sentada do usuário deve ser buscada, de forma que este se acomode e possa utilizá-la o tempo que for necessário, conforme o melhor arranjo biomecânico [10].

A cadeira escolar pode ser considerada como um posto de trabalho para as crianças. Elas passam cerca de 25 à 30% do tempo em que estão acordadas, na escola, muitas vezes, na posição sentada. Os móveis escolares devem facilitar a realização das tarefas escolares, de modo confortável [...] [6].

Um dispositivo de adequação postural sentada, abrange fatores como promoção da postura, conforto, manutenção fisiológica e proteção dos tecidos corporais, aumento da possibilidade de visão e função dos membros superiores, além da melhora da aparência estética e aceitação social [7].

Uma das mais simples consiste em mensurações, realizadas com fitas métricas, de circunferências, diâmetro, comprimento de membros e outras medidas referentes ao tipo de equipamento que se deseja fabricar. No caso dos assentos e encostos [...], o sistema mais utilizado na obtenção de dados antropométricos consiste no uso de medidas simples de uma fita métrica [...] [7].

Segundo [3], a má adaptação do mobiliário escolar é fonte de muitos desconfortos. Cerca de 30 à 65% das crianças e adolescentes reclamam de dores das costas, pescoço e cabeça. Na Figura 1 é possível verificar o que determina a norma da ABNT com relação às medidas para uma pessoa adulta sentada. Com base no estudo dessa norma e nas orientações sobre a construção deste tipo de mobiliário descrito por [11], fizemos a medição dos alunos para adequar a cadeira para eles.

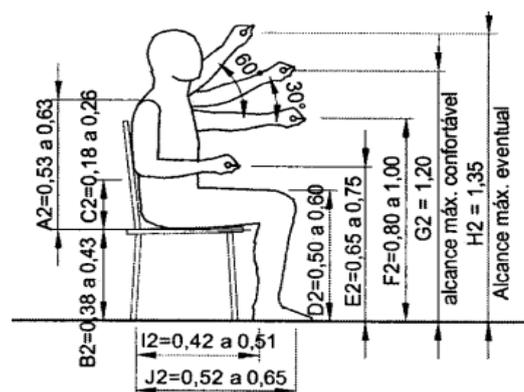


Figura 1: Alcance manual frontal de uma pessoa sentada (unidade de medida em metro).

Fonte: [12].

### III. METODOLOGIA

Por se tratar de um projeto voltado para crianças específicas, foram utilizadas como base para o desenvolvimento do produto, as medidas das mesmas, não levando em conta, portanto, a média das medidas antropométricas tabeladas de crianças do sexo feminino e masculino nas idades correspondentes.

A metodologia aplicada no presente artigo, foi dividida em três etapas: A primeira etapa foi fazer a medição das crianças, utilizando-se uma fita métrica. As partes do corpo medidas foram os ombros, colunas, quadris e pernas. Os resultados das medidas serviram como base para a confecção da cadeira.

A segunda etapa foi a construção de uma cadeira adaptada utilizando materiais de baixo custo, como caixas de papelão, cola branca, cola quente, cola para tecido, papel cartão preto, palitos para churrasco, tecido de estofado, espuma, plástico adesivo e fita adesiva.

A cadeira foi construída por alunos do Bacharelado Interdisciplinar em Energia e Sustentabilidade do Centro de Ciência e Tecnologia em Energia e Sustentabilidade da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (CETENS-UFRB) em parceria com profissionais especializados, com foco no presente estudo e para ser utilizada na SRM da EMMML, localizada na cidade de Feira de Santana, Bahia, ficando à disposição de dois estudantes com dificuldade de mobilidade, tendo um deles Paralisia Cerebral e a outra Síndrome de Down com macha comprometida.

A terceira etapa foi a aplicação de uma lista de verificação elaborada com base numa revisão bibliográfica nas áreas da biomecânica, antropometria e ergonomia do produto de uma cadeira. Ou seja, buscou-se verificar se a cadeira cumpria os requisitos esperados de uma cadeira adaptada com base na ergonomia. A lista possui 09 itens nas áreas de fatores biomecânicos, fisiológicos e antropométricos, 12 itens relacionados a fatores do projeto, 12 itens sobre fatores relativos à postura e 02 itens relacionados aos usuários, sendo respondidas pelos pesquisadores do presente artigo, “sim”, quando a cadeira atendia ao requisito ou “não”, quando não atendia.

### IV. DESCRIÇÃO DA CONSTRUÇÃO DA CADEIRA ADAPTADA

Em setembro de 2017, uma visita de campo e oficina foi realizada na EMMML, com a participação de profissionais especializados. Neste encontro, uma cadeira adaptada foi construída respeitando as medidas dos alunos que iriam utilizá-la.

A cadeira adaptada construída, mostrada na Figura 2, tem assento fixo, com a altura de acordo com as medidas dos alunos, com mesa removível acoplada, forrada com papel cartão preto, para favorecer a leitura de alunos com baixa visão, aumentando o contraste entre a cor do papel e a cor da mesa, plástico adesivo para favorecer a higiene, contornos laterais para favorecer o posicionamento dos alunos no espaço.

Como os dois alunos apresentam controle de tronco, não foi necessário acrescentar cintos e nem suporte específico para a cabeça ao projeto. Todas essas características são importantes para que a cadeira seja regulada de acordo com as necessidades destes alunos.



Figura 2: Cadeira adaptada construída utilizando materiais de baixo custo.

Fonte: Autores, (2018).

As caixas de papelão que foram utilizadas para a construção desta cadeira, foram de objetos grandes, já que a lamina de papelão deve ser, preferencialmente, uniforme, ou seja, sem dobras (das abas da caixa) já que é mais firme e segura. Além disso, duas laminas de mesmo tamanho foram coladas sobrepostas, dando uma melhor sustentação ao projeto. Para garantir uma melhor sustentação, palitos para churrasco foram utilizados como se fossem pregos, nas partes em que foi necessário unir duas peças, para firmar as ligações entre os recortes e dar forma a cadeira. As orientações sobre a construção deste mobiliário foram baseadas no material descrito por [11].

### V. APLICAÇÃO DA LISTA DE VERIFICAÇÃO

Existem várias finalidades para a utilização de uma lista de verificação durante a aplicação do método ergonômico. Dentre elas, evitar o esquecimento de alguns aspectos do projeto, prever os problemas que podem surgir, ou como no caso deste trabalho, medir os efeitos da implementação e obter ideias ou soluções alternativas, quando necessário.

Para cada situação, uma lista de verificação deve ser criada ou adaptada de forma que atenda as especificidades do local em que será aplicada. Neste projeto, a lista de verificação foi selecionada de acordo com a relação com o tema proposto, com base nas questões sugeridas por [13].

A Tabela 1 mostra a lista de verificação desenvolvida e utilizada na pesquisa, além das respostas marcadas pelos autores.

Tabela 1: Lista de verificação.

<b>1. Fatores de projeto</b>	<b>Resposta</b>
1.1 Os usuários estão envolvidos no projeto?	SIM (X) NÃO ( )
1.2 Os requisitos ergonômicos são introduzidos na etapa inicial do projeto?	SIM (X) NÃO ( )
1.3 Está estabelecido um método para a gerência do projeto?	SIM (X) NÃO ( )
1.4 O planejamento é flexível?	SIM (X) NÃO ( )
1.5 Entende-se que a cooperação implica em responsabilidade?	SIM (X) NÃO ( )
1.6 Os participantes da equipe do projeto estão definidos?	SIM (X) NÃO ( )
1.7 Há usuários envolvidos no teste do protótipo?	SIM (X) NÃO ( )
1.8 A estratégia de implantação é definida com antecedência?	SIM (X) NÃO ( )
1.9 Os testes são realísticos?	SIM (X) NÃO ( )
1.10 Os usuários estão treinados?	SIM ( ) NÃO (X)
1.11 Há bons manuais para a implantação?	SIM (X) NÃO ( )
1.12 Há cuidados para o caso de formação de hábitos errados?	SIM ( ) NÃO (X)
<b>2. Fatores biomecânicos, fisiológicos e antropométricos</b>	<b>Resposta</b>
2.1 As articulações corporais são mantidas sem estresse, na posição neutra?	SIM (X) NÃO ( )
2.2 O trabalho é mantido o mais próximo possível do corpo?	SIM (X) NÃO ( )
2.3 A inclinação do corpo para a frente é evitada?	SIM (X) NÃO ( )
2.4 A postura com o corpo contorcido é evitada?	SIM (X) NÃO ( )
2.5 Os movimentos e forças exercidas bruscamente são evitados?	SIM (X) NÃO ( )
2.6 Há a possibilidade de variações frequentes das posturas e dos movimentos?	SIM ( ) NÃO (X)
2.7 Evita-se o esforço muscular que leve à sua exaustão?	SIM (X) NÃO ( )
2.8 São consideradas as diferenças individuais das medidas antropométricas?	SIM (X) NÃO ( )
2.9 São utilizadas tabelas antropométricas adequadas para os usuários do produto?	SIM ( ) NÃO (X)
<b>3. Fatores relativos à postura</b>	<b>Resposta</b>
3.1 A postura sentada é alternada com aquela em pé e andando?	SIM ( ) NÃO (X)
3.2 As alturas do assento e do encosto são ajustáveis?	SIM ( ) NÃO (X)
3.3 São providenciadas instruções sobre a forma correta de sentar?	SIM (X) NÃO ( )
3.4 As características específicas do assento são adequadas à tarefa?	SIM (X) NÃO ( )
3.5 A altura da superfície de trabalho é adequada à tarefa?	SIM (X) NÃO ( )
3.6 Há conjugação entre a altura da superfície de trabalho e o assento?	SIM (X) NÃO ( )
3.7 Há apoio para os pés no caso no trabalho com altura fixa?	SIM (X) NÃO ( )
3.8 Os alcances excessivos para as mãos e pés foram evitados?	SIM (X) NÃO ( )
3.9 Há superfícies inclinadas para as leituras e outras tarefas visuais?	SIM ( ) NÃO (X)
3.10 O espaço para as pernas sobre a superfície de trabalho é suficiente?	SIM (X) NÃO ( )
3.11 O trabalho acima do ombro é evitado?	SIM (X) NÃO ( )
3.12 O trabalho com as mãos para trás do corpo é evitado?	SIM (X) NÃO ( )
<b>4. Usuário</b>	<b>Resposta</b>
4.1 O equipamento escolhido é adequado para a tarefa?	SIM (X) NÃO ( )
4.2 A população de usuários é definida com precisão?	SIM (X) NÃO ( )

Fonte: Adaptado [13].

## VI. ANÁLISE E DISCUSSÃO

Na lista elaborada pelos integrantes do projeto constam 09 itens nas áreas de fatores biomecânicos, fisiológicos e antropométricos, sendo que em duas destas a cadeira não atendia o requisito, 12 itens relacionados a fatores do projeto, sendo que neste segmento duas não atendiam aos requisitos, 12 itens sobre fatores relativos à postura, sendo que em três destes a cadeira não atendia o requisito e 02 itens relacionados aos usuários, que atenderam ao requisito.

A respeito do método para gerência do projeto, foi estabelecido o tipo da cadeira que melhor atendesse as necessidades específicas destes alunos, reunindo-se os materiais necessários para a produção. As orientações acerca da construção deste mobiliário foram baseadas no material descrito por [11]. Na coleta de dados que precede a construção da cadeira, mediu-se os ombros, quadris, costas e pernas de dois alunos envolvidos desde o início do projeto.

A equipe foi dividida em grupos e as atividades que cada grupo desempenharia foram determinadas. Um grupo ficou com os recortes, outro com a colagem, outro com a

montagem e outro com a finalização do projeto, colocando as espumas, os tecidos e o papel adesivo. Posteriormente, o produto foi testado pelos usuários com a supervisão da professora da sala de recursos multifuncionais.

Não houve a necessidade de treinar os usuários para o uso do recurso, sendo que estes já faziam o uso de outros produtos semelhantes, disponíveis em outros ambientes da escola. Este projeto evita ao máximo que hábitos errados sejam formados, já que foi construído de acordo com as medidas dos usuários, e seu *design* está o mais próximo do corpo possível, atendendo aos critérios da adequação postural.

Neste projeto, as articulações corporais são mantidas sem estresse, na posição neutra, visto que se trata de uma cadeira construída especificamente para o seu usuário final, considerando as diferenças individuais das medidas antropométricas de cada um, para atender suas necessidades específicas durante o atendimento na SRM. Por este motivo, não foram utilizadas tabelas antropométricas.

A mesa removível que fica acoplada à cadeira, permite que o trabalho seja mantido o mais próximo possível do corpo, evitando a inclinação para frente, a postura contorcida e movimentos e forças exercidas bruscamente. Durante a construção do protótipo, a professora da sala de recursos recebeu as instruções sobre a forma correta de usar a cadeira, posicionando adequadamente as crianças e encaixando a mesa.

Por se tratar de uma cadeira para pessoas com deficiência, no caso do aluno com paralisia cerebral, variações frequentes das posturas e dos movimentos são evitadas, tendo em vista que este aluno é cadeirante. Além disso, a formatação da cadeira também evita a mudança contínua de posição, inibindo o esforço muscular, que leva à sua exaustão.

Este protótipo não dispõe de ajustes quanto as alturas do assento e do encosto, já que foi construído para o uso específico de dois alunos. As características específicas do assento são adequadas para as atividades desenvolvidas em sala, pois a conjugação entre a altura da superfície de trabalho e o assento é fixa e ideal. Além disso, a superfície de trabalho possui altura e dimensão adequadas, evitando possíveis lesões, tanto na amplitude dos movimentos, quanto na posição neutra.

No caso específico da utilização do produto na SRM, não é usual a realização de trabalhos acima do ombro, bem como trabalhos com as mãos para trás do corpo, sendo este último impedido pelo recosto da cadeira. O espaço para as pernas sobre a superfície de trabalho permite movimentação e circulação de ar. Os pés, por sua vez, permanecem apoiados no chão. A sala de recursos dispõe de uma superfície inclinada móvel que permite melhor execução da leitura e outras tarefas visuais.

Ao analisar e discutir as respostas de cada pergunta foi possível considerar este produto como favorável e útil para o uso das crianças específicas, e que o uso do plano inclinado presente na escola pode ser uma possibilidade para atividades visuais que demandem deste recurso.

## VII. CONCLUSÕES

Nesse artigo, uma cadeira adaptada utilizando materiais de baixo custo foi construída com importantes contribuições da biomecânica, antropometria e ergonomia em sua concepção, favorecendo a melhor adaptação para os usuários, como foi

apresentado. Ao analisar e discutir as respostas de cada pergunta presente na lista de verificação, foi possível qualificar a cadeira adaptada como favorável e útil para ser utilizada pelas crianças específicas, e que o uso do plano inclinado presente na escola pode ser associado à cadeira adaptada, permitindo a realização de atividades que demandem deste recurso. Por fim, os resultados apontam que a cadeira cumpre os requisitos necessários, com base na biomecânica e na ergonomia do produto investigados, mas apresenta limitações quanto a antropometria, já que não permite o uso para as pessoas que não tenham peso e altura semelhantes aos das crianças consideradas. Considera-se que a ergonomia pode dar suporte à construção de recursos de Tecnologia Assistiva, como a cadeira adaptada para crianças com dificuldade de locomoção apresentada neste artigo, favorecendo uma melhor adaptação e bem-estar para seus usuários.

## VIII. AGRADECIMENTOS

À pedagoga e mestre Luciana Lopes Damasceno e ao pedagogo Jorge Nascimento de Oliveira, pelos conhecimentos disponibilizados por meio da oficina para a produção da cadeira adaptada.

À equipe da Escola Municipal Monteiro Lobato, pela receptividade, parceria e comprometimento com este projeto.

## IX. REFERÊNCIAS

- [1] Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência. Comitê de Ajudas Técnicas. (CORDE) (Brasília). **Tecnologia Assistiva**. BRASIL: [s.n.], 2009. 138 p. Disponível em: <<http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/sites/default/files/publicacoes/livro-tecnologia-assistiva.pdf>>. Acesso em: 09 fev. 2018.
- [2] Secretaria da Educação. Núcleo de Apoio Pedagógico Especializado – CAPE. (São Paulo). **Entendendo a deficiência física**. Disponível em: <[http://cape.edunet.sp.gov.br/cape\\_arquivos/Publicacoes\\_Cape/P\\_3\\_Entendendo\\_Deficiencia\\_fisica.pdf](http://cape.edunet.sp.gov.br/cape_arquivos/Publicacoes_Cape/P_3_Entendendo_Deficiencia_fisica.pdf)>. Acesso em: 25 jan. 2018.
- [3] Iida, Itiro; BUARQUE, Lia. **Ergonomia - Projeto e Produção**. 3ª ed. Sao Paulo: Blucher, 2016. 850 p.
- [4] Maciel, Regina Heloisa. **Prevenção da LER/DOR** - o que a Ergonomia pode oferecer. São Paulo: Cadernos de Saúde do Trabalhador, no 9. INST/CUT, 2001.
- [5] King, Thomas W. **Assistive technology: essential human factors**. Boston: Allyn and Bacon, 1999. 305 p.
- [6] Iida, Itiro. **Ergonomia**. 2ª ed. Sao Paulo: Blucher, 2005. 632 p.
- [7] Prestes, Rafael Cavalli. **Tecnologia Assistiva: Atributos de Design de Produto Para Adequação Postural Personalizada na Posição Sentada**. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/36038/000816087.pdf;sequence=1>>. Acesso em: 25 jan. 2018.

[8] Steffenhagen, Maritza Klein. **Manual da coluna**: Mais de 100 exercícios para você viver sem dor. Curitiba: Estética Artes Gráficas, 2003. 156 p.

[9] Brasil, **Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA)**, Lei nº 8.069, de 13 de julho de 1990. Presidência da República Casa Civil Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em: <[http://www.crianca.mppr.mp.br/arquivos/File/publi/camara/es tatuto\\_crianca\\_adolescente\\_9ed.pdf](http://www.crianca.mppr.mp.br/arquivos/File/publi/camara/es tatuto_crianca_adolescente_9ed.pdf)> Acesso em: 08 fev 2018.

[10] Kroemer, Karl H. E.; Grandjean, Etienne. - **Manual de ergonomia**: adaptando o trabalho ao homem. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 328p.

[11] Siaulys, Mara Olímpia de Campos; Ormelezi, Eliana Maria e Briant, Maria Emília. **A deficiência visual associada à deficiência múltipla e o atendimento educacional especializado**. São Paulo: Laramara, 2010.

[12] Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 9050. (Rio de Janeiro). **Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. 2ª ed. Disponível em: <[http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/sites/default/files/arquivos/%5Bfield\\_generico\\_imagens-filefield-description%5D\\_24.pdf](http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/sites/default/files/arquivos/%5Bfield_generico_imagens-filefield-description%5D_24.pdf)>. Acesso em: 25 jan. 2018.

[13] Dul, Jan; Weerdmeester, Bernard. **Ergonomia prática**. 2ª ed. São Paulo: Edgar Blucher, 2004, 305 p.



## Patterns Identification in the Consumption of Oracle Database Resources Using Weka Tool in Data Mining

Júlio César Brasil Pereira<sup>1</sup>, Luciano Carvalho da Rocha Filho<sup>2</sup>, Meirielle Silva e Silva<sup>3</sup>,  
Rilmar Pereira Gomes<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup> Centro Universitário Fametro - Av. Constantino Nery, 3000 - Manaus/AM.

<sup>4</sup> M.Sc. Departamento de Pesquisa, Universidade Federal do Pará (UFPA).

Email: [jcb.pereira19@gmail.com](mailto:jcb.pereira19@gmail.com), [lucianorfilho@gmail.com](mailto:lucianorfilho@gmail.com), [meirielle19@gmail.com](mailto:meirielle19@gmail.com), [rilmargomes@hotmail.com](mailto:rilmargomes@hotmail.com)

### ABSTRACT

This article focuses on the identification of periods of consumption of database resources helping the management of I.T. in decision-making. The purpose of this work is to mine data dictionary information from a given database, the Oracle Database System Manager, to obtain information to assist in analyzing the features of this database. For this, the KDD information extraction process was used in order to extract knowledge from the database by the identification of patterns. As a tool, we used Weka to develop this study, because it is open-source and has a range of algorithms that contains mining techniques, where it is possible to apply the last two steps of KDD. The applied methodology was a case study, making use of bibliographical techniques to collect information pertinent to the topic, in which all the 5 attributes related to the computational resources utilization of an Oracle DBMS were used. This data set consists of 5 attributes and 120 instances. Analyzing the statements generated by the rules it is possible to know which resource consumption is more or less used during a period of the day, proving to be useful in determining the resource consumption characteristics and thus assist in the decision to define a specific time to execute processes without affecting the overall performance of the database.

**Keywords:** DBMS, data dictionary, Weka, KDD, data mining.

## Identificação de padrões em consumo de recursos de banco de dados Oracle utilizando a ferramenta Weka na mineração de dados

### RESUMO

Este artigo apresenta como foco a identificação de períodos de consumo de recursos de banco de dados, auxiliando a gestão de T.I nas tomadas de decisões. É apresentado como objetivo minerar informações do dicionário de dados do Sistema Gerenciador de Banco de Dados Oracle de uma determinada base de dados, para que seja obtido informações que auxiliem na análise de recursos do banco de dados. Para isto, foi utilizado o processo de extração de informações KDD a fim de extrair conhecimento da base de dados a partir da identificação de padrões. Como ferramenta foi utilizado o Weka, para desenvolver este estudo por ser open-source e possuir uma gama de algoritmos que contém técnicas de mineração, onde é possível aplicar as duas últimas etapas do KDD. A metodologia aplicada foi estudo de caso fazendo uso de técnicas bibliográficas para coletar informações pertinentes ao tema em estudo, no qual foram utilizados todos os 5 atributos relacionados a utilização de recursos computacionais de um SGBD Oracle. Este conjunto de dados é composto 5 atributos e 120 instâncias. Ao analisar as afirmações geradas pelas regras é possível saber qual o consumo de recurso é mais e o menos utilizado durante um período do dia, mostrando-se útil em determinar características de consumo de recurso e assim auxiliar na decisão de definir um horário específico para executar processos sem afetar a performance global do banco de dados.

**Keywords:** SGBD, dicionário de dados, Weka, KDD, mineração de dados.

**Received:** December 30<sup>th</sup>, 2018

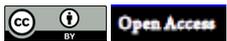
**Accepted:** January 15<sup>th</sup>, 2019

**Published:** March 31<sup>th</sup>, 2019

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM).

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



## I. INTRODUÇÃO

Com o aumento exponencial das informações e competitividade entre organizações, é fundamental que haja uma TI bem gerenciada para que esta seja capaz de através de determinadas tecnologias evitar que uma empresa chegue a falência, com a integração de softwares, Data Mining, Data Warehouse e outros que auxiliem em tomadas de decisões [1]. As decisões a serem tomadas não se limitam apenas as extraídas das informações armazenadas no banco de dados, há também a necessidade em saber sobre o funcionamento e capacidade do seu SGBD (Sistema Gerenciador de Banco de Dados).

Através do dicionário de dados, podemos coletar várias informações do SGBD, como estatísticas e métricas, inclusive informações de auditoria [2]. Ao aplicar mineração de dados em cima dos dados obtidos do dicionário de dados, é possível gerar conhecimento baseado nos valores de tempo de consumo de recurso de disco, e se os discos estão sendo capazes de lidar com a carga de processamento atual ou não.

A mineração de dados lida com grandes bancos de dados, sendo capaz de encontrar padrões que venham a ser úteis para a descoberta de conhecimento [3]. Desta forma, é capaz de ser implantada nas mais diversas áreas, encontrando padrões que muitas vezes não são notadas, mas que são primordiais para os negócios.

O conhecimento sobre o consumo de recursos do SGBD e os períodos em que acontecem, assim como a identificação dos fatores que podem influenciar no seu desempenho, são primordiais tanto para uma equipe técnica, como para a gestão de TI nas suas tomadas de decisões, na identificação de recursos que necessitam de investimento em seu parque tecnológico, ou recursos que estão sendo subutilizados, de modo que este seja capaz de gerar as informações de forma simples e claras.

Diante do exposto, este artigo tem como objetivo minerar informações do dicionário de dados de uma determinada base dados Sistema Gerenciador de Banco de Dados Oracle, para que seja obtido informações que auxiliem na análise de recursos do banco de dados. A partir desses dados colhidos, partimos para o KDD (Knowledge Discovery in Databases) e por fim, utilizamos o Weka (Waikato Environment for Knowledge Analysis), para conhecer qual período do dia teve mais processos e consumo de recursos.

Para a realização desse estudo, a metodologia aplicada seguiu o método do estudo de caso e pesquisa bibliográfica em periódicos e livros, para conhecer o atual cenário da pesquisa desse tema.

## II. MATERIAIS E MÉTODOS

### II.1 METODOLOGIA

Neste trabalho é empregado uma pesquisa bibliográfica e estudo de caso aplicado, que tem a finalidade de extrair dados estatísticos de consumo de recursos de um SGBD Oracle. A partir da coleta de informações de seu dicionário de dados e após prepará-los para mineração o intuito é identificar a frequência de padrão de consumo de recursos utilizados em determinados períodos do dia, onde é utilizada a ferramenta Weka, aplicando técnicas de associação através de um algoritmo chamado APRIORI para a geração de regras, afim de abstrair conhecimento através do processo chamado KDD (Knowledge Discovery in Database).

### II.2 KDD-KNOWLEDGE DISCOVERY IN DATABASES

CO KDD é um processo utilizado em mineração de dados, cujo objetivo principal é extrair conhecimento da base dados, sabendo quais resultados deseja-se atingir. Esta descoberta de conhecimento envolve uma sequência de etapas que devem ser obedecidas e repetida quantas vezes for necessário na busca de melhores resultados.

Este processo consiste em 5 grandes etapas necessárias para a descoberta de conhecimento, são elas: seleção, pré-processamento, transformação dos dados, mineração dos dados, avaliação dos modelos encontrados/apresentação do conhecimento [4].

Na Figura 1 são representadas as etapas do processo KDD, e manipulação dos dados ao longo desse processo.

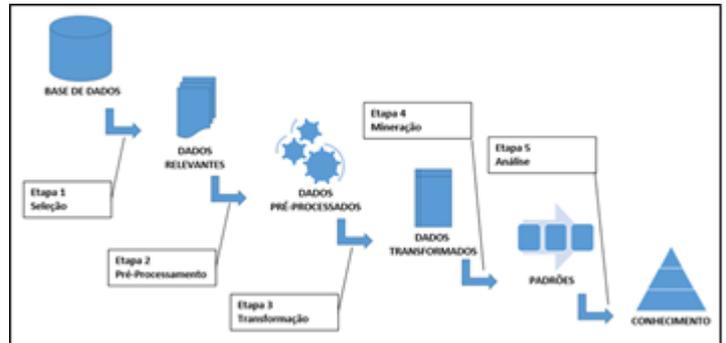


Figura 1: Processo KDD.

Fonte: Autores, (2018).

A primeira etapa do processo do KDD é a seleção conforme a Figura 1, tem por objetivo definir as fontes de dados que contém as informações necessárias para o processo de mineração, reunidos em uma única base.

A base de dados utilizada neste estudo de caso, são as informações de estatísticas do dicionário de dados de um sistema gerenciador de banco de dados Oracle 11gR2, e consiste em informações sobre a carga de servidor, número de transações, consumo de leitura/escrita em disco e tempo de utilização do banco de dados.

Para armazenamento destes dados foi criado uma tabela que foi alimentada a partir da execução de uma procedure, que precisou ser criada para este fim, onde coletou informações de estatísticas de consumo de recurso do banco de dados a partir das views internas chamadas v\$sysstat e v\$osstat, que fazem parte do dicionário de dados [5].

Foi realizado a coleta dessas informações durante 5 dias em um intervalo de 1 hora, onde gerou uma tabela, conforme figura 2, com os seguintes campos: id, data, ioread\_time, iowrite\_time, load e transaction.

ID	DATA	IOREAD_TIME	IOWRITE_TIME	COMMIT	ROLLBACK
31147	13/08/2018 01:00	1325038	916579	20519	6026
31148	13/08/2018 02:00	3915	186930	20193	3136
31149	13/08/2018 03:00	6235	194009	22524	4216
31150	13/08/2018 04:00	15177	191855	22262	3466
31151	13/08/2018 05:00	9592	178112	20698	5574
31152	13/08/2018 06:00	39549	109085	9043	19919
31153	13/08/2018 07:00	677225	307936	10854	99664
31154	13/08/2018 08:00	296015	259312	37603	159046
31155	13/08/2018 09:00	312894	191930	29256	170014
31156	13/08/2018 10:00	269389	267040	29073	149802
31157	13/08/2018 11:00	852574	431566	40086	111323
31158	13/08/2018 12:00	204282	333149	34142	98376
31159	13/08/2018 13:00	286128	188200	22322	135489
31160	13/08/2018 14:00	388823	189226	28159	132434
31161	13/08/2018 15:00	720761	331067	23662	120152
31162	13/08/2018 16:00	102947	204272	18687	89455
31163	13/08/2018 17:00	54750	240417	29053	61249
31164	13/08/2018 18:00	63207	224413	28614	41390

Figura 2: Tabela temporária de dados brutos.

Fonte: Autores, (2018).

Em seguida foi iniciada a etapa de seleção, onde foi possível identificar problemas e formular hipóteses após a compreensão dos dados.

Seguindo a segunda etapa do KDD conforme exibida anteriormente na Figura 1 chamada de pré-processamento, esta etapa consiste na verificação da consistência das informações, correção de possíveis erros, escolha de estratégias para manipular campos de dados com grande variabilidade e a formatação de dados, de maneira a adequá-los ao algoritmo de mineração APRIORI que será utilizado neste processo.

De acordo com a Figura 1, a terceira etapa é chamada de transformação, onde consiste em formatar os dados de um estado bruto a partir da análise feita na etapa anterior em um estado que os dados se encontrem formatados para aplicar o algoritmo de mineração.

Na etapa de transformação aplica-se operações que melhoram a visualização dos dados [6]. Transformando faixa de valores em grupos, a fim de facilitar a sumarização dos dados. Para isso alguns campos necessitam ter os seus tipos de dados alterado para facilitar o uso do algoritmo APRIORI.

Para realizar os ajustes desses dados, foram criadas funções no banco de dados para tratar essas informações, de definição de faixas de valores em grupos.

Para o campo "Data", que descreve o dia e horário em que a coleta foi realizada no banco de dados, foi criada uma função que trata a variedade de dados, adaptando estes para obter os valores conforme é exibida na Tabela 1.

Tabela 1: Conteúdo transformado do campo Data.

Data - DateTime	Data – AlfaNumérico
DD/MM/YY 00:00 – 05:59	Madrugada
DD/MM/YY 06:00 – 11:59	Manha
DD/MM/YY 12:00 – 17:59	Tarde
DD/MM/YY 18:00 – 23:59	Noite

Fonte: Autores, (2018).

Para o campo "IOWrite\_Time", que descreve o tempo de execução em que o SGBD esteve em espera por escrita em disco, foi criada uma função que trata a faixa de valores de tempo, adaptado conforme é exibida na Tabela 2.

Tabela 2: Conteúdo transformado do campo IOWrite\_Time.

IOWrite_Time – Numérico (Seg)	IOWrite_Time – AlfaNumérico
Menos de 100	Muito Baixo
$\geq 100 - < 400$	Baixo
$\geq 400 - < 700$	Médio
$\geq 700 - < 1000$	Alto
Acima de 1000	Muito Alto

Fonte: Autores, (2018).

Para o campo "IORead\_Time", que descreve o tempo de execução em que o SGBD esteve em espera por leitura em disco, foi criada uma função que trata a faixa de valores de tempo, adaptado conforme é exibido na Tabela 3.

Tabela 3: Conteúdo transformado do campo IORead\_Time.

IORead_Time – Numérico (Seg)	IORead_Time – AlfaNumérico
Menos de 100	Muito Baixo
$\geq 100 - < 400$	Baixo
$\geq 400 - < 700$	Médio
$\geq 700 - < 1000$	Alto
Acima de 1000	Muito Alto

Fonte: Autores, (2018).

Para o campo "Load", que descreve um valor de carga de processamento do servidor que o SGBD está instalado. Foi criada uma função que trata a faixa de valores, adaptado conforme Tabela 4.

Tabela 4: Conteúdo transformado do campo Load.

Load – Numérico	Load – AlfaNumérico
Menos de 1	Baixo
$\geq 1 - < 3$	Médio
Acima de 3	Alto

Fonte: Autores, (2018).

Para os campos "commit" e "rollback", que descrevem um valor quantitativo de transações que o SGBD está executando, foi criada uma função que trata a faixa de valores de quantidade, adaptado conforme é exibido na Tabela 5.

Tabela 5: Conteúdo transformado dos campos Commit e Rollback.

Transações – Numérico (Quant.)	Transações – AlfaNumérico
Menos de 50.000	Muito Baixo
50.000 – 100.000	Baixo
100.00 – 150.000	Médio
150.00 – 200.000	Alto
Acima de 200.000	Muito Alto

Fonte: Autores, (2018).

Após a criação das funções para ajustes dos dados, temos os dados todos formatados, onde é observado na Figura 3, e pronto para exportação em arquivo no formato .csv, extensão necessária para importação dos dados na ferramenta Weka.

HORARIO	LOAD	IOREAD	IOWRITE	TRANSACOES
madrugada	alto	baixo	medio	muito baixo
madrugada	medio	muito baixo	muito baixo	muito baixo
madrugada	medio	muito baixo	muito baixo	muito baixo
madrugada	medio	muito baixo	muito baixo	muito baixo
madrugada	medio	muito baixo	muito baixo	muito baixo
madrugada	alto	muito baixo	muito baixo	muito baixo
manha	alto	baixo	baixo	medio
manha	alto	baixo	baixo	alto
manha	alto	baixo	muito baixo	alto
manha	medio	baixo	baixo	alto
manha	alto	baixo	baixo	alto
manha	medio	baixo	baixo	medio
tarde	medio	baixo	muito baixo	alto
tarde	medio	baixo	muito baixo	alto
tarde	alto	baixo	baixo	medio
tarde	alto	muito baixo	baixo	medio
tarde	medio	muito baixo	baixo	baixo
tarde	medio	muito baixo	baixo	baixo
noite	medio	muito baixo	baixo	baixo

Figura 3: Tabela temporária de dados consolidados.

Fonte: Autores, (2018).

### II.3 FERRAMENTA WEKA (WAIKATO ENVIRONMENT FOR KNOWLEDGE ANALYSIS)

Weka (Waikato Environment for Knowledge Analysis) é uma ferramenta open-source criada pela Universidade de Waikato, situada na Nova Zelândia, e no meio acadêmico vem sendo muito utilizada na mineração de dados. A ferramenta foi escolhida para desenvolver este estudo por ser open-source e

possuir uma gama de algoritmos que contém técnicas de mineração, onde é possível aplicar as duas últimas etapas do KDD [7], conforme explanada na Figura 1.

As técnicas de mineração consistem em métodos de classificação, regressão, agrupamento e regras de associação, e para cada um destes existem algoritmos específicos. A técnica empregada neste estudo foi a de associação, utilizando o algoritmo APRIORI, onde este algoritmo é um dos mais conhecidos e utilizado nas regras de associação.

A associação consiste na identificação de padrões dentro de um conjunto de dados, ou seja, encontrar conjuntos de itens que ocorram simultaneamente e de forma frequente em um banco de dados. A regra de associação tem o formato  $A \rightarrow B$ , onde A e B são itemsets, sendo A chamado de antecedente, e B, chamado de conseqüente, e o conjunto de A mais o B, são chamados de conjunto de itens ou transações, e a regra pode ser lida como: o atributo A frequentemente implica no atributo B.

Aplicando este conceito no estudo e obtido os seguintes atributos: “Horario A, Load B, IORead C, IOWrite D  $\rightarrow$  Transações E”, pode ser lido da seguinte forma: existe ocorrências que no Horário A, com Load B, IORead C e IOWrite D, implica em uma quantidade de transações E.

O APRIORI realiza técnicas exploratórias, fazendo buscas recursivas na base de dados à procura dos conjuntos frequentes, onde irá gerar regras que descrevem os padrões mais relevantes presentes nos dados, na sua execução utiliza conceitos de suporte e confiança [8].

O suporte de um itemset pode ser entendido como a porcentagem de transações em que um itemset aparece no banco de dados. Sua fórmula é  $\text{suporte}(X) = \text{transações}(X) / \text{transações}(BD)$ , onde  $\text{suporte}(X)$  é o valor de suporte do itemset X,  $\text{transações}(X)$  é o número de transações em que o itemset X aparece e  $\text{transações}(BD)$  é o número de transações total do banco de dados.

A confiança é ideal para identificar quanto uma regra é significativa, onde sua fórmula é:  $\text{confiança}(A \rightarrow B) = \text{suporte}(AB) / \text{suporte}(B)$ , onde  $\text{confiança}(A \rightarrow B)$  é a confiança da regra  $A \rightarrow B$ ,  $\text{suporte}(AB)$  é o suporte do itemset AB e  $\text{suporte}(B)$  é o suporte do itemset B.

A execução do algoritmo APRIORI consiste de três fases: geração, poda e varredura. A geração consiste em gerar itemsets maiores a partir de itemsets menores frequentes. Já a poda elimina itemsets gerados que não possuem probabilidade de serem frequentes. A varredura percorre todas as transações do banco de dados, verificando se os itemsets que passaram da poda são frequentes.

Na obtenção dos itemsets de tamanho 1, o algoritmo realiza apenas uma varredura no banco de dados. No caso dos itemsets de tamanho 2, o algoritmo executa apenas a geração e varredura. Para os itemsets de tamanho 3 ou maiores acontecem todas as três etapas.

Aplicando na base de dados do estudo de caso, mostrado na Figura 4(a) onde cada letra representa um valor de consumo de recurso na utilização de um banco de dados, onde o primeiro parâmetro se refere ao horário, com valor A ou B, o segundo ao load com valor C ou D, o terceiro ao ioread com valor E ou F, será usado apenas 3 dos 5 atributos para facilitar a exemplificação. Considere também um suporte mínimo de 50% e confiança de 80%.

transação	recurso		
1	A	C	E
2	B	C	E
3	B	D	F
4	B	C	F
5	B	C	E

(a) base de dados

itemset  
BCE

regra	confiança
$C \rightarrow A$	100%
$E \rightarrow A$	100%
$C,E \rightarrow B$	66,6%

(c) regras e sua confiança

(b) itemset após poda

Figura 4: Regras e Confiança.

Fonte: Autores, (2018).

Inicialmente, o APRIORI varre o banco de dados verificando os itemsets de tamanho 1. No exemplo, os itemsets A, B, C, D, E e F, que possuem os respectivos suportes 40%, 80%, 80%, 40%, 60% e 40%. Portanto, apenas os itemsets B, C e E são frequentes.

Após esta etapa, o algoritmo gera itemsets de tamanho 2 a partir dos itemsets de tamanho 1 frequentes. Em seguida, é verificado se os itemsets gerados são frequentes. Em nosso exemplo, os itemsets de tamanho 2 gerados com seus respectivos suportes são BC (60%), BE (20%), CE (60%). Portanto apenas BC e CE são frequentes.

Para gerar itemsets de tamanho 3, itemsets de tamanho 2 frequentes são combinados. A seguir, os itemsets de tamanho 3 que contenham itemsets de tamanho 2 não frequentes são podados. Neste exemplo, o itemset BCE não foi podado, pois os itemsets BC e CE são frequentes. O resultado da poda nos itemsets de tamanho 3 pode ser visto na Figura 4(B).

Após a poda o suporte dos itemsets não podados é verificado. A partir disso, o algoritmo prossegue realizando estes passos iterativamente para itemsets de tamanho maior, até que seja obtido um conjunto vazio.

As regras de associação são geradas a partir de itemsets de tamanho 2 ou maiores. Um itemsets pode gerar mais de uma regra, dependendo da escolha do antecedente e conseqüente. Por exemplo, o itemsets AB pode gerar as regras  $A \rightarrow B$  ou  $B \rightarrow A$ . Para todas as regras, o algoritmo verifica se a confiança da regra atende a confiança mínima. Por exemplo, a regra  $C, E \rightarrow B$  possui confiança de 66%, que é inferior à confiança mínima de 80%, portanto esta regra é eliminada. A Figura 4(C) exhibe algumas regras com sua confiança.

Neste estudo de caso, serão utilizados todos os cinco atributos relacionados a utilização de recursos computacionais de um SGBD Oracle. Este conjunto de dados é composto cinco atributos e cento e vinte instâncias.

### III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Seguindo o processo do KDD descrito anteriormente na Figura 1, em sua quarta etapa, que envolve mineração dos dados, utiliza-se o algoritmo APRIORI através do Weka, onde surge a necessidade de carregar o arquivo .csv gerado na etapa de transformação, após ter sido carregado pelo Weka, salvamos com extensão .arff, formato utilizado pela ferramenta.

Ao executar a mineração de dados utilizando o APRIORI, com seu valor de suporte mínimo 0.1 (10%) e suporte máximo 1.0 (100%), e seu valor de confiança 0.90 (90%). Obtém-se como resultados as principais regras que atendam aos valores de suporte ordenados pelo valor de confiança, conforme exibido na Figura 5.

Instances:	120	
Attributes:	5	
	HORARIO	
	IOREAD	
	IOWRITE	
	LOAD	
	TRANSACOES	
1.	HORARIO=madrugada ==> TRANSACOES=muito baixo	<conf:(1)>
2.	HORARIO=madrugada LOAD=medio ==> TRANSACOES=muito baixo	<conf:(1)>
3.	HORARIO=madrugada IOWRITE=muito baixo ==> TRANSACOES=muito baixo	<conf:(1)>
4.	HORARIO=madrugada IOWRITE=muito baixo LOAD=medio ==> TRANSACOES=muito baixo	<conf:(1)>
5.	HORARIO=madrugada IOREAD=baixo ==> TRANSACOES=muito baixo	<conf:(1)>
6.	HORARIO=madrugada IOREAD=baixo LOAD=medio ==> TRANSACOES=muito baixo	<conf:(1)>
7.	IOREAD=baixo IOWRITE=muito baixo TRANSACOES=muito baixo ==> LOAD=medio	<conf:(0.96)>
8.	HORARIO=madrugada IOWRITE=muito baixo ==> LOAD=medio	<conf:(0.96)>
9.	HORARIO=madrugada IOWRITE=muito baixo TRANSACOES=muito baixo ==> LOAD=medio	<conf:(0.96)>
10.	HORARIO=madrugada IOREAD=baixo ==> LOAD=medio TRANSACOES=muito baixo	<conf:(0.96)>
11.	HORARIO=madrugada IOREAD=baixo ==> LOAD=medio	<conf:(0.96)>
12.	HORARIO=madrugada IOREAD=baixo TRANSACOES=muito baixo ==> LOAD=medio	<conf:(0.96)>
13.	HORARIO=madrugada IOREAD=baixo ==> LOAD=medio TRANSACOES=muito baixo	<conf:(0.96)>
14.	HORARIO=noite IOREAD=baixo ==> LOAD=medio	<conf:(0.96)>
15.	IOREAD=baixo TRANSACOES=muito baixo ==> LOAD=medio	<conf:(0.96)>

Figura 5: Regras obtidas com cinco atributos e cento e vinte instâncias.

Fonte: Autores, (2018).

As regras listadas na Figura 5, foram geradas a partir da análise de todos atributos, oriundos do arquivo carregado pela ferramenta anteriormente, onde após análise de todas as regras geradas, foram separadas a seguir:

2. *HORARIO=madrugada LOAD=medio ==> TRANSACOES=muito baixo <conf:(1)>*

9. *HORARIO=madrugada IOWRITE=muito baixo TRANSACOES=muito baixo ==> LOAD=medio <conf:(0.96)>*

O item 2, com confiança de 1 (100%), afirma que no horário da "madrugada", com uma carga de processamento "média", o SGBD tem uma quantidade de transações "muito baixo". O item 9, com confiança de 0.96 (96%), afirma que no horário da "madrugada", o acesso de escrita em disco "muito baixo", quantidade de transações "muito baixo" e a carga de processamento é "médio". A partir dos itens 2 e 9, obtém-se um padrão de consumo de recurso durante o horário da madrugada.

Uma nova mineração é realizada, retirando as instâncias "madrugada" e "noite", para se obter regras de outros períodos do dia, permanecendo o valor de suporte mínimo 0.1 (10%) e suporte máximo 1.0 (100%), e seu valor de confiança 0.90 (90%), resultando em cinco atributos e sessenta instâncias, conforme resultado na Figura 5.

Instances:	60	
Attributes:	5	
	HORARIO	
	IOREAD	
	IOWRITE	
	LOAD	
	TRANSACOES	
1.	TRANSACOES=baixo ==> HORARIO=tarde	<conf:(1)>
2.	HORARIO=manha TRANSACOES=medio ==> IOWRITE=baixo	<conf:(1)>
3.	LOAD=medio TRANSACOES=baixo ==> HORARIO=tarde	<conf:(1)>
4.	IOWRITE=baixo TRANSACOES=baixo ==> HORARIO=tarde	<conf:(1)>
5.	HORARIO=manha LOAD=medio TRANSACOES=medio ==> IOWRITE=baixo	<conf:(1)>
6.	HORARIO=tarde IOWRITE=baixo TRANSACOES=alto ==> IOREAD=medio	<conf:(1)>
7.	IOWRITE=baixo LOAD=medio TRANSACOES=baixo ==> HORARIO=tarde	<conf:(1)>
8.	HORARIO=tarde IOWRITE=baixo LOAD=medio TRANSACOES=alto ==> IOREAD=medio	<conf:(1)>
9.	IOREAD=baixo TRANSACOES=baixo ==> HORARIO=tarde	<conf:(1)>
10.	IOWRITE=baixo TRANSACOES=muito alto ==> IOREAD=medio	<conf:(1)>
11.	IOREAD=medio IOWRITE=baixo TRANSACOES=medio ==> LOAD=medio	<conf:(1)>
12.	TRANSACOES=baixo ==> LOAD=medio	<conf:(0.9)>
13.	HORARIO=tarde TRANSACOES=baixo ==> LOAD=medio	<conf:(0.9)>
14.	TRANSACOES=baixo ==> HORARIO=tarde LOAD=medio	<conf:(0.9)>

Figura 6: Regras obtidas com cinco atributos e sessenta instâncias.

Fonte: Autores, (2018).

De todas as regras geradas, mostrada na Figura 6, separamos as mais relevantes para o estudo a seguir:

2. *HORARIO=manha TRANSACOES=medio ==> IOWRITE=baixo <conf:(1)>*

8. *HORARIO=tarde IOWRITE=baixo TRANSACOES=alto ==> IOREAD=medio <conf:(1)>*

O item 2 com confiança de 1, afirma que durante o horário da "manhã", com uma quantidade de transações "média", o acesso de escrita em disco é "baixo". O item 8 com confiança de 1, afirma que durante a "tarde", com acesso de escrita em disco "baixo", e quantidade de transação "alta", o acesso de leitura em disco é "médio".

Com as regras selecionadas a partir das duas minerações, conclui-se o processo do KDD, que ao ser analisada as afirmações geradas por estas regras, leva a um conhecimento do consumo de recurso computacional de um SGBD Oracle em alguns períodos do dia, nos levando a afirmar as seguintes premissas:

- ✓ Durante a madrugada tem uma quantidade muito baixa de transações, mas carga de processamento é médio e consumo de escrita em disco é muito baixo.
- ✓ O horário da manhã tem uma quantidade média de transações e o consumo de escrita em disco é baixo.
- ✓ Durante o horário da tarde o consumo de escrita em disco é baixo, quantidade alta de transações e um consumo de leitura em disco é médio.

Portanto, baseado nestas definições, podemos afirmar que a escrita em disco durante todos os períodos do dia, que são "manhã", "tarde", "noite" e "madrugada", possui um consumo baixo ou muito baixo, e que instruções de insert's no SGBD em qualquer destes períodos não degradariam sua performance. Já durante o horário da tarde, o SGBD apresenta uma grande quantidade de transações, e apesar de ter um consumo de escrita baixo, possui um consumo de leitura médio, sendo assim um horário que possui muitas transações realizando leituras de dados.

Diante de uma eventual necessidade de carga de dados nesse banco de dados, pode-se afirmar com total certeza, a partir dos resultados obtidos com a mineração de dados, que o horário da madrugada que compreende entre 00:00 às 05:59 será o melhor horário devido ao consumo de escrita em disco ser muito baixo, em comparação aos valores dos outros horários que é baixo, deixando de evitar a concorrência. Assim como para a extração de dados desse banco de dados o pior horário para a realização dessa atividade será no horário da tarde, que compreende entre 12:00 às 17:59, por apresentar um consumo de leitura em disco médio.

#### IV. CONCLUSÃO

A mineração de dados é muito utilizada principalmente para lidar com bases de dados muito grandes tanto em órgãos públicos quanto em organizações privadas. Com os dados que foram obtidos utilizando o algoritmo de associação APRIORI foi possível identificar padrões de consumo de recursos e suas ocorrências em períodos do dia. Os testes realizados foram limitados apenas para saber de consumos em disco, não sendo estendidos para os outros recursos no momento. Foram utilizados apenas 5 atributos e 120 instancias pois foi notado que com estes é possível obter conhecimentos com uma precisão considerável para este estudo. Sendo o objetivo abstrair conhecimento a partir das descobertas de padrões de consumo de recursos computacionais de um SGBD Oracle. O conjunto de informações relacionados à leitura e escrita em disco, transações e carga de processamento foi extraído do seu dicionário de dados, no qual foi aplicado o processo do KDD, onde este mostrou-se útil para descoberta de conhecimento. É sugerido para futuros estudos estender os testes para saber o consumo real dos outros recursos de banco de dados e até possível aplicação de outros algoritmos. Com os resultados obtidos na mineração de dados, foi possível obter os padrões de consumo de recursos e suas ocorrências em

períodos do dia, desta forma possibilitado a gestão de TI tomar decisões com índices maiores de acertos com relação a durabilidade, períodos de consumo e subutilização dos recursos, sendo de extrema importância para qualquer organização.

## V. REFERÊNCIAS

[1] Hora, Gleidison Santos; Menezes, Jislane Silva Santos; Júnior, Gilson Pereira dos Santos; Neto, Almerindo Nascimento Rehem. Avaliação de Ferramentas de Mineração de Dados: Uma Abordagem com Modelo TAM. Interfaces Científicas - Exatas e Tecnológicas, V.2, N.3, p. 109 – 121, Fev. 2018.

[2] Silva, Renato Etevaldo. “Dicionário de Dados do Oracle.”. 2016. Disponível em: < <https://vidadba.wordpress.com/2016/10/03/dicionrio-de-dados-no-oracle/> >. Acesso em: 16/08/2018.

[3] Silberschatz, A.; Korth, H. F.; Sudarshan, S. Sistema de Banco de Dados. 6ª. ed. Rio de Janeiro - RJ: Elsevier, 2012.

[4] Farias, Vinicius Tasca; Facó, Julio Francisco Blumetti; Andrade, Alexandre Acácio. Mineração de Dados para Análise de Banco de Dados Empresariais. XVII Safety, Health and Environment World Congress. p. 159-164. Julho, 2017.

[5] Carmo, William. “Dicionário de dados.”. 2011. Disponível em: < <http://aprenderoracle.com/2011/05/13/dicionario-de-dados/> >. Acesso em: 16/08/2018.

[6] Costa, Felipe Garcia. Visualização de Dados e Sua Importância na Era Big Data. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2017.

[7] Rabbi, Bruno; Rabbi, Diane Bossler Klug; Gonçalves, Virginia Siqueira; Junior, Elias Rocha Gonçalves. BRASIL, Juliana Araujo. Mineração de Dados Aplicada a Base de Reclamações sobre Produtos e Serviços do Programa de Proteção e Defesa do Consumidor. Braz. J. of Develop., v. 4, n. 5, Edição Especial, p. 1689-1701, ago. 2018.

[8] Fernandes, Warley Leite. Pitangui, Cristiano Grijó. Andrade, Alessandro Vivas. Assis, Luciana Pereira. Previsão de Desempenho de Estudantes usando o Algoritmo de Classificação Associativa. VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2017).



## Proposal for optimization of a pull / push process follow-up of flexible packaging in the extrusion area

Adriana Lima Lindoso<sup>1</sup>, José Roberto Lira P. Júnior<sup>2</sup>, Luiz Felipe de Araújo Costa<sup>3</sup>,  
Mauro Cesar Aparício de Souza<sup>4</sup>, David Barbosa de Alencar<sup>5</sup>, Antonio Estanislau Sanches<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Centro Universitário FAMETRO – Manaus-AM.

<sup>5</sup> Instituto de Tecnologia Galileo da Amazônia – Manaus-AM.

<sup>6</sup> Universidade do Estado do Amazonas – Manaus-AM.

Email: [adriana.lindoso53@gmail.com](mailto:adriana.lindoso53@gmail.com), [robertojunior72@gmail.com](mailto:robertojunior72@gmail.com), [luizfelipe\\_am@hotmail.com](mailto:luizfelipe_am@hotmail.com), [mcas1691@gmail.com](mailto:mcas1691@gmail.com),  
[david002870@hotmail.com](mailto:david002870@hotmail.com), [novo.sanches@gmail.com](mailto:novo.sanches@gmail.com)

### ABSTRACT

**Received:** December 30<sup>th</sup>, 2018

**Accepted:** January 10<sup>th</sup>, 2019

**Published:** March 31<sup>th</sup>, 2019

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM).

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



This work proposes the improvement in the process of the Extrusion sector of the company RS Embalagens for better use of its setup's. With the proposal to reduce the high loss rate, increase productivity and efficiency, reduce production costs in the extrusion process. As a result, increasing the productive capacity in this sector of the company, presenting improvements in the production process aiming at competitive growth in the market, avoiding raw material wastes, thus reducing the refuse index. The globalization of the market has forced companies to seek continuous improvements within their production process, tending to reduce their waste so that they can improve their performance, thus reducing their setup, loss and cost indexes, which has attracted managers to more production with less. The condition that the market establishes about products has been growing and companies must be able to compete and ready to face such demands from their customers.

**Keywords:** Productivity; Efficiency; Reduction of costs; Logistics;

## Proposta de otimização de um processo pull/push no seguimento de embalagens flexíveis na área de extrusão

### RESUMO

Este trabalho propõe a melhoria no processo do setor de Extrusão da empresa RS Embalagens para melhor aproveitamento de seus setup's. Com a proposta de reduzir o alto índice de perdas, aumentar a produtividade e eficiência, reduzir os custos de produção no processo de extrusão. Como resultado, aumentando a capacidade produtiva neste setor da empresa, apresentando melhorias no processo produtivo visando o crescimento competitivo no mercado, evitando desperdícios da matéria-prima, assim reduzindo o índice de refugos. A globalização do mercado forçou as empresas na busca de melhorias contínuas dentro do seu processo produtivo, tendendo a reduzir seus desperdícios para que consigam melhorar seus desempenhos reduzindo assim seus índices de setup, perda e custos o que tem atraído os gestores para produção mais com menos. A condição que o mercado estabelece sobre produtos vem crescendo e as empresas devem estar aptas a concorrer e prontas para enfrentar tais exigências de seus clientes.

**Palavras-Chave:** Produtividade; Eficiência; Redução de custos; Logística;

### I. INTRODUÇÃO

Devido ao mercado globalizado as empresas focam em busca de melhorias contínuas dentro do seu processo produtivo e tendem a reduzir seus desperdícios para que consiga melhorar seu desempenho reduzindo assim seus

índices de setup, perda e custos o que tem atraído os gestores para produção mais com menos.

A condição que o mercado estabelece sobre produtos vem crescendo e as empresas devem estar aptas a concorrer e prontas para enfrentar tais exigências de seus clientes, pois muitos métodos são criados, implementados e adaptados aos sistemas atuais como ferramentas de controle com o objetivo

de eliminar desperdícios e as atividades que não agregam valor ao produto e vê-se a urgência de um trabalho eficiente, de qualidade e que busque melhorias no processo produtivo, permitindo desta forma, um melhor desempenho.

Foi apresentado o índice de perda no processo de Extrusão da empresa RS Indústria e Comércio de Embalagens Eireli, localizada na cidade de Manaus/Am, que opera na fabricação de embalagens flexíveis.

A proposta deste trabalho é apresentar melhorias nos setup's do processo de extrusão de embalagens, visando o crescimento competitivo no mercado para melhor aproveitamento da matéria-prima utilizada, evitando desperdícios no processo e assim reduzindo o índice de refugos.

Tendo como passos à proposta de reduzir o alto índice de perdas do processo de extrusão, aumentar a produtividade e eficiência no processo de extrusão, reduzir os custos de produção no processo de extrusão, otimizando os setup's, como resultado, aumentando a capacidade produtiva neste setor da empresa.

## II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### II.1 PRODUÇÃO PULL/PUSH – PUXADA / EMPURRADA

A produção puxada tem a utilização de controlar as operações das fabricas sem o aproveitamento do estoque em curso, este modelo, diferencialmente da produção empurrada, a fluidez de materiais obtém expressiva prestígio. Aqui, a requisição fornecida pelo cliente é o start da produção, o comando de quê, quando e como produzir é limitado pela quantidade de produtos em estoque. Assim, o cálculo definido no processo capta a quantia de produtos vendidos aos clientes, e que, sem dúvida saíam do estoque.

Segundo [1], o controle de produção consiste basicamente em acompanhar a fabricação e compra dos itens planejados, para que os prazos sejam cumpridos e desta forma melhor atender seus clientes na data prevista solicitada pelos mesmos.

Tornou-se essencial um modelo produtivo mais adiantado e menos estático. A produção puxada aconteceu em uma época onde a qualidade começou a mostrar a compra de um produto e a procura deixou de ser ilimitada.

Esta associação dá-se com a aplicação do Sistema Kanban em harmonia com o MRP, entre outros. Faz-se necessário salientar que é provável aplicar estas duas formas de sistema produtivo em um único sistema, com produção puxada e empurrada em pontos diferente do processo. Para [2], o sistema kanban é um sistema de puxar a produção a partir da demanda, produzindo em cada estágio somente os itens e as quantidades necessárias no momento preciso.

Segundo [3], a atual situação do mercado tem a tendência de uma adaptação de uma economia pull a uma alternativa de economia push, devido a um aumento da concorrência, pois um aumento da oferta esta além da procura. A economia push representa um controle no mercado por parte do produtor que pode agrupar grandes quantidades de consumidores, esta abordagem procura satisfazer grande parte dos clientes. Na economia pull há a necessidade de identificar consumidores com diferentes necessidades e produtos feitos sob medida.

A produção empurrada é decretada a partir do desempenho do mercado. Este modelo, a produção da empresa inicia antes da existência da demanda pelo produto, ou seja, a

produção necessita de uma ordem antecipadamente enviada, em geral oriunda de um sistema MRP. Após a entrega da ordem, é feita a produção em lotes de tamanho padrão. Aqui não está qualquer semelhança com a real procura dos clientes da empresa. Para [4], o sistema de produção é caracterizado, em sua entrada, por insumos, depois, passam pelo processo de transformação e finalmente irão sair como produtos, tendo os recursos a serem transformados, materiais, informações dos clientes, instalações, pessoal, recursos, transformações, planejamento, estratégias de produção e as prioridades competitivas.

Para [2], a tomada de decisão é o processo pelo qual são escolhidas as alternativas para as ações a serem tomadas como: planejamento, liderança, organização e controle das atividades ligadas à produção dentro das organizações.

Para [4], o MRP pode ser visto como uma técnica de programação dos itens que serão produzidos é como um sistema de controle de estoques, definindo a quantidade de cada item e quando essa quantidade deve estar disponível para produção. O planejamento especificado da produção inicia-se após o planejamento-mestre, que define as quantidades de produtos acabados que devem estar disponibilizados em datas específicas.

Para [5], os leads times deste tipo de produção devem ser conhecidos previamente, visto que as quantidades produzidas sem a ciência da real demanda necessitarão dos materiais fornecidos. A produção empurrada é conhecida como um sistema de inventário zero, mesmo este não sendo um fato real.

Este padrão de produção aconteceu no início da era industrial, onde a qualidade dos produtos não interessava muito, uma vez que havia uma demanda aproximadamente infinita em um mercado sem competição. O volume dos produtos produzidos para atender esta demanda era a única preocupação das indústrias.

### II.2 PRODUÇÃO DE FILMES PLÁSTICOS FLEXÍVEIS

Conforme [6], a Gestão da produção é toda atividade empresarial e a própria intenção da existência de cada negócio. O propósito da empresa é basicamente produzir algo capaz de satisfazer as necessidades do mercado e do consumidor.

As atividades no setor de extrusão demandam melhoria na questão de perdas no processo quanto ao índice de aparas. Para produzir bens e serviços com baixo custo e que tenham valor e qualidade agregados, as empresas precisam trabalhar dentro de processos organizados [7].

O setor de extrusão seleciona as ordens de produção conforme as dimensões a serem produzidas pelo tamanho maior para depois ir reduzindo o balão para melhor aproveitamento no processo para que não haja muito desperdício e assim reduz o índice de refugo que é o maior problema na atual situação da produção. Para [1], o controle da produção consiste basicamente em acompanhar a fabricação e compra dos itens planejados, com o objetivo de que os prazos sejam cumpridos.

### II.3 PLANEJAMENTO E CONTROLE DO PROCESSO

Para [4], um sistema de planejamento e controle da produção faz parte do sistema de informação produtiva, tendo como foco principal o gerenciamento de materiais, máquinas, mão de obra e fornecedores, o sistema operacional de produção é desenvolvido para atender as condições do mercado e às

condições impostas pela estratégia da empresa que utiliza os sistemas. As atividades de planejamento e controle da produção exercem um papel fundamental no desempenho de uma organização, um sistema eficiente pode trazer vantagens competitivas substanciais à empresa no mercado que está inserida, a função produção trata da maneira pela qual as organizações produzem bens e prestam serviços.

Para [8], uma das definições para o planejamento é adequar, por meio de dimensões a utilização de recursos para atingir os objetivos dentro da demanda de produção, nessa fase é feito uma identificação dos produtos, procedimentos, tempos (horas estimadas) recursos humanos e materiais, é também importante que os operadores dominem suas atividades a serem envolvidas e executarem as tarefas de maneiras mais eficaz.

Para [9], o planejamento e controle da produção tem se mostrado a principal área que gera vantagens competitivas na manufatura em custo, qualidade, flexibilidade e desempenho de entregas, para projetar e operar este sistema de planejamento e controle é necessário compreender como os processos e recursos se articulam em torno dos objetivos da manufatura.

De acordo com [10], o planejamento e controle da produção é responsável pelo planejamento e controle do fluxo de materiais através do processo de produção, o planejamento da produção, a implementação, o controle e a administração do estoque são atividades conjuntas. Estoques na produção são utilizados para apoiá-las ou são o resultado da produção. Apenas se os itens comprados forem revendidos sem nenhum processo adicional pode a administração do estoque operar separadamente do planejamento e controle da produção, mesmo assim não é possível operar separadamente do compras.

#### II.4 PRODUTIVIDADE

O mercado de todos os segmentos tem característica comum, podemos informar uma competição provocada por seus concorrentes e de sua cadeia de suprimentos, com os prazos de entrega menores demandados pelos clientes e a qualidade dos produtos como pré-requisito fundamental para aquisição do produto. Em outras palavras, produtividade é obter a melhor relação entre volume produzido e recursos consumidos. Para [2], a produção tem responsabilidade por todas as atividades da organização que contribuem para uma produção efetiva de bens e serviços como responsabilidade direta, indireta e ampla.

Conforme [12], para melhorar a produtividade e a riqueza, uma empresa deve projetar sistemas eficazes e eficientes para produzir, deve administrar esses sistemas para fazer o melhor uso da força de trabalho, do capital e dos materiais e fazer isso por meio do planejamento e controle do fluxo de materiais que entram, percorrem e saem da produção, para isso existem três elementos no sistema de fluxo de materiais: suprimento, planejamento e controle da produção e distribuição física os mesmos são conectados e ligados uns aos outros.

A produtividade deve funcionar como um termômetro, tanto para auxiliar no diagnóstico de uma situação atual para acompanhar os efeitos de mudanças nas práticas gerenciais e na rotina de trabalho. Segundo [2], as medidas de produtividade são imprecisas porque algumas das grandezas envolvidas são de medição difícil, mas também porque vários conceitos envolvidos na definição são cercados de controvérsia.

Para [5], o planejamento de eficiência é feito em níveis, de acordo com o âmbito de planejamento pretendido. O

planejamento de curto prazo é denominado de CRP – capacity requirements planning, o mesmo é feito com base no plano de materiais detalhados, argumentando as sugestões do MRP de o que, quanto e quando produzir é o nível mais detalhado de planejamento de capacidade.

#### II.5 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

As organizações, de uma forma geral, conscientizaram-se de que existe a necessidade de seus funcionários terem o conhecimento necessário para a realização de bens e serviços com qualidade. Perceberam também que esse conhecimento não será obtido sem que ela mesma o promova. Por outro lado, as pessoas também já se conscientizaram de que as organizações buscam profissionais que tenham o conhecimento de operações voltadas a qualidade.

A qualidade não é apenas mais uma opção das instituições, pois a concorrência utiliza metodologias e ferramentas com objetivos de extrair delas todo o potencial de melhoria e aceitação dos produtos. São ferramentas simples e muito eficazes que auxiliam o gestor na solução de problemas e ainda permitem o crescimento do ser humano em direção à melhoria da qualidade de vida, pois podem também ser utilizadas na esfera pessoal.

As principais ferramentas da qualidade utilizadas nesse trabalho foram: 5W2H: plano de ação e análise, Diagrama de Causa e Efeito, Diagrama de Pareto,

#### III. METODOLOGIA

Este trabalho, foi analisado in loco o processo de extrusão através de estágio supervisionado na empresa RS Indústria e Comércio de Embalagens Eireli. As ferramentas da qualidade utilizadas neste trabalho foram o Diagrama de Ishikawa onde mostra as problemáticas, o Diagrama de Pareto onde mostra a porcentagem das perdas no processo e a 5W2H para responder quando e como foi resolvido o problema.

##### III.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

A empresa estudada foi a RS Indústria e Comércio de Embalagens Eireli, localizada na Ave Itauba 1719 – Jorge Teixeira, na cidade de Manaus-AM. Fundada no ano de 1994, tem o objetivo de atender a demanda atual do mercado de sacos/ sacolas plásticas tendo em vista o alcance de critérios como qualidade, competitividade e responsabilidade ambiental, através de redução de perdas e desperdícios.

A unidade produtiva estudada possui um total de oitenta e cinco funcionários, sendo setenta e quatro deles atuantes no processo produtivo e onze na área administrativa. Atualmente, a organização oferece uma gama diversificada de sacos/sacolas plásticas, são elas: sacolas comuns para supermercado, sacolas impressas, sacos para capa fardo, entre outras. Sua missão “Oferecer soluções para industrialização e comercialização de embalagens plásticas em geral que atendam às expectativas das partes interessadas, através do comprometimento de todos os colaboradores com a melhoria contínua da qualidade dos processos e produtos, gerenciamento dos aspectos ambientais, requisitos legais de forma a prevenir a poluição e contribuir para o desenvolvimento sustentável”. Sua visão “Manter o foco na gestão de processos de forma a consolidar a competitividade da RS Embalagens em seu segmento de mercado”.

### III.2 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

Para identificar as causas e garantir a organização e uma proposta eficiente foi necessário utilizar das seguintes ferramentas de gestão da qualidade: Gráfico de Pareto (análise das causas para um desenvolvimento da política de venda do produto), o Diagrama de Ishikawa que visou analisar a mão de obra, material, meio ambiente, medida, método e máquina, além do 5W2H (um método prático de gerenciamento das atividades de um projeto, nele analisa-se diversas causas para a obtenção da solução da problemática).

As atividades desenvolvidas no estágio supervisionado foram analisar as causas e perdas no processo, onde foi detectada uma perda de matéria-prima por conta da regulagem do balão para troca de ordem de produção, furo no balão, acerto de máquina, troca de ordem de produção, refile entre outros, foi verificado onde estão as perdas no processo que são as trocas de materiais que entram sem estar programados e com isso aumenta-se o índice de refugo, checou-se as ordens de produção se continha todas as informações para que os operadores seguissem a rotina e fizessem o acompanhamento da programação conforme solicitado e analisar se a mesma estava sendo executado de acordo com o programado. Verificando as formas de melhoria e aproveitamento no processo, foi detectado que quando não seguimos uma sequência do maior para o menor o índice de refugo aumenta bastante e com isso diminuimos nossa produtividade e aumentamos nosso custo.

### IV. RESULTADOS

As atividades no setor de extrusão demandam melhoria na questão de perdas no processo quanto ao índice de aparas.

Para alcançar a melhoria contínua no processo, foi

analisado que é preciso seguir a programação das ordens de produção sempre considerando a sequência solicitada pelo gestor da área, seguindo do item maior para o menor para melhor aproveitamento de seus setup's. Para [6], não basta planejar, programar e executar os planos de produção é preciso monitorar e controlar o desempenho e os resultados do processo produtivo para se certificar de que estão ou não satisfatório.

Para reduzir o alto índice de perdas no processo é preciso a tomada de decisão partindo das possibilidades e/ou alternativas de produção quanto ao tamanho das bobinas a serem tiradas para melhor utilização no processo, pois quando se há flexibilidade em muitos momentos do processo é que faz a diferença, gerando assim a redução do alto índice das perdas. Segundo [2], a administração da produção é a atividade que se responsabiliza pela transformação de entradas e saídas gerenciando todas as atividades necessárias para que isso ocorra.

Quanto ao aumento de sua produtividade e eficiência sua tomada de decisão precisa estar alinhada com seus operadores para reduzir suas perdas, ajustando as espessuras determinadas pelas ordens de produção otimizando os produtos de acordo com seus dimensionais, quando é feito estes ajustes necessários o processo fica mais aperfeiçoado e com isto aumentamos nossa produtividade.

Seguindo nesta linha de pensamento de produzir com qualidade e eficiência, aumenta-se a produtividade e assim reduz os custos com os desperdícios de matéria-prima, pois o propósito da empresa é basicamente produzir algo capaz de satisfazer as necessidades do mercado e do consumidor.

A primeira ferramenta utilizada foi o Diagrama de Causas e efeitos que mostra de modo gráfico os problemas do processo e ajuda no controle da qualidade, abaixo as causas encontradas.

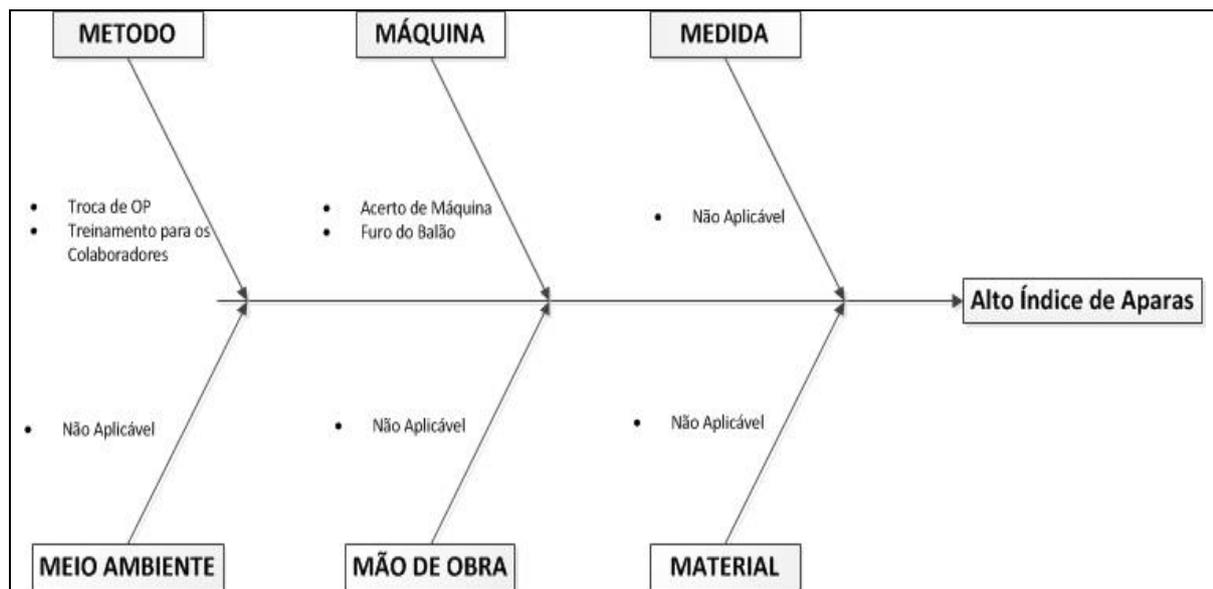


Figura 1: Diagrama de causa e efeito.

Fonte: Autores, (2018).

As causas encontradas foram através de Relatório supervisionado na empresa junto ao Gestor da área onde foi observado o grande desperdícios de matéria-prima no setor de Extrusão quando é feito a troca de material, no furo do balão e no acerto de máquina.

Com os resultados obtidos por meio do Diagrama de causa e efeito, a segunda ferramenta utilizada para o plano de ação foi propor a solução da problemática utilizando o 5W2H.

Tabela 1: aplicação do 5W2H para o alto índice de aparas.

Causa Raiz	O que deve ser feito?	Quem é o responsável?	Onde deve ser feito?	Quando deve ser feito?	Por que é necessário fazer?	Como será feito	Quanto vai custar?
Fazer o acerto de Máquina	Ajustar conforme os tamanhos dos produtos	Operadores	No setor de Extrusão	Imediato	Para otimizar o processo e diminuir as perdas	Seguindo a programação	R\$ 800,00
Evitar o furo do Balão	Evitar ao máximo o furo do balão	Operadores	No setor de Extrusão	Imediato	Para diminuir os desperdícios de Matéria-prima	Seguindo a programação	R\$ 800,00
Fazer as trocas de OP's	De acordo com o dimensional dos produtos	Líderes	No setor de Extrusão	Imediato	Precisa trocar de acordo com o programado	Seguindo a programação	R\$ 800,00
Determinar treinamento para os Colaboradores	Executar o treinamento	Empresa especializada	No setor de Extrusão	Imediato	Para melhor aproveitamento no processo	Colocando em prática o aprendizado	R\$ 5.500,00
<b>TOTAL</b>							<b>R\$ 7.900,00</b>

Fonte: Autores, (2018).

O gráfico de Pareto da figura 2 foi utilizado para identificar as três principais causas raízes encontradas de

acordo com o Diagrama de Ishikawa, onde será feito trimestralmente os dados tabulados conforme abaixo:

Tabela 2: Tabela Causas por Trimestre.

DESCRIÇÃO DAS CAUSAS	FREQUÊNCIA			
	1º TRIMESTRE	2º TRIMESTRE	3º TRIMESTRE	4º TRIMESTRE
	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde
TROCA DE OP	26,08%	27,63%	29,72%	52,45%
ACERTO DE MÁQUINA	63,01%	61,12%	59,91%	10,62%
FURO NO BALÃO	10,91%	11,25%	10,38%	19,86%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Fonte: Autores, (2018).

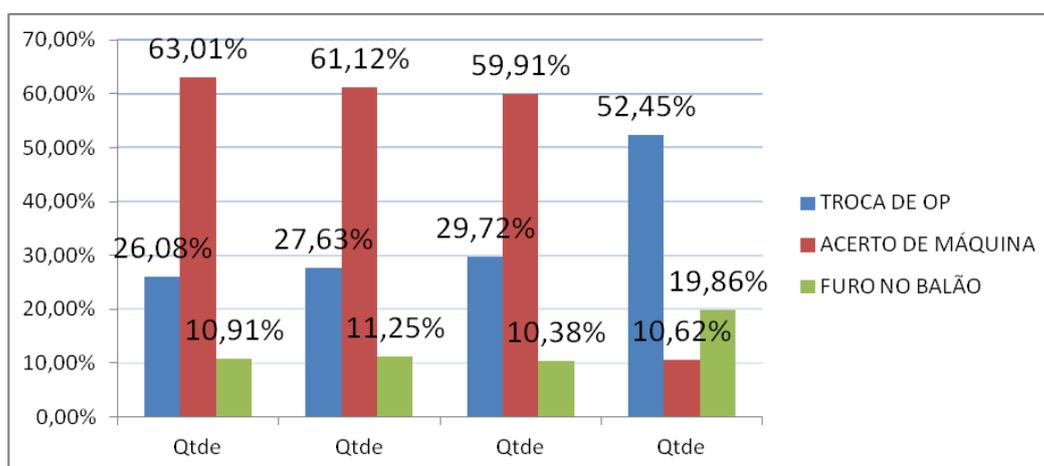


Figura 2: Gráfico de Pareto.

Fonte: Autores, (2018).

Conforme dados trimestral informado no gráfico de Pareto acima o maior gargalo de produção e desperdício de matéria-prima esta no acerto de máquina, por serem materiais de diferentes tamanhos e quantidades baixas para produzir. Mas se otimizarmos toda a entrega do mês e produzirmos de uma só vez, diminuimos este percentual gradativamente, mas

não zeramos por se tratar de dimensões e clientes diferentes. A troca de ordem de produção é o segundo ponto a ser visto, pois seu índice de perda ocorre quando a troca é feita em pouco tempo de uma ordem para outra, pois quando as ordens são com pesos baixos a frequência de troca aumenta-se gradativamente. Quanto ao furo do balão ocorre quando

acontece a falta de energia ou quando há vento forte próximo a máquina extrusora, para evitar este tipo de situação é colocado um plástico ao redor da máquina para proteger de ventos causados pela natureza, quanto a energia infelizmente não temos como prever este tipo de situação, mesmo tendo gerador não impede que isto aconteça.

## V. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Observou-se que as aplicações de ferramentas específicas para aprimorar as rotinas de produção são de grande importância para se alcançar altos níveis de desempenho e facilidade com as atividades relacionadas a produção. A partir de uma análise crítica no processo de extrusão, por meio das ferramentas da qualidade que proporcionam maior credibilidade nas análises e na verificação dos principais defeitos nas operações, obtêm-se melhorias nas atividades desenvolvidas. Através deste relatório foi possível perceber que há um alto índice de perda no processo de extrusão e que este alto índice ocorre por não se seguir uma programação de acordo com o planejado pelo Gestor da área, por entrar pedidos críticos e com demandas baixas, fazendo assim aumentar os desperdícios de matéria-prima e aumentar as aparas. Com a nova proposta houve uma grande redução na quantidade de perdas e o tempo médio de atendimento diminuiu consideravelmente, com base nesta proposta de melhoria, visa-se a otimização do processo e com isto obtêm-se ganhos na produtividade de pelo menos 10%. Portanto os objetivos do trabalho foram atingidos, visto que revelou que é possível melhorar a produção para que o setor de extrusão não seja o gargalo da produção. Houve algumas alterações quanto ao sequenciamento das ordens de produção para que reduza os setup's das máquinas programando pedidos totais dos clientes. Para a execução deste relatório, foi essencial reunir algumas informações sobre o processo, que serão de grande serventia para o departamento de programação e controle da produção, que poderá aplicá-las para realizar o sequenciamento da produção de aspecto mais eficaz. Recomenda-se o prosseguimento de um projeto pela empresa, para um sequenciamento da produção que seja incluído no software usado hoje para o gerenciamento da produção, o que traria grandes ganhos na produtividade das bobinas na extrusão.

## VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Nogueira, Amarildo de Souza. Logística empresarial: uma visão local com pensamento globalizado. São Paulo: Atlas, 2012.
- [2] Suzano, Márcio Alves. Administração da produção e operações com ênfase em logística – Rio de Janeiro: Interciência, 2013.
- [3] Dias, João. Logística Global e Macro logística. Lisboa: Edições Síçabo, Lda, 2005
- [4] Venanzi, Délvio. Silva, Orlando Roque da Silva. Gerenciamento da produção e operações. 1. ed. - Rio de Janeiro: LTC, 2013.
- [5] Corrêa, Henrique Luiz. Gianesi, Irineu Gustavo Nogueira. Caon, Mauro. Planejamento, programação e controle da produção: MRPII/ERP: conceitos, uso e implantação: base no SAP, oracle applications e outros softwares integrados de gestão. 5. ed. - 8. reimpr. - São Paulo: Atlas, 2014.

[6] Penof, D. G.; Melo, C. E.; Ludovico, N. Gestão de produção e logística. São Paulo: Saraiva, 2013.

[7] Cruz, T. Sistemas, métodos & processos. São Paulo: Atlas, 2003.

[8] Lobo, Renato Nogueiro. Gestão de Produção. São Paulo: Érica, 2010.

[9] Guerrini, Fábio Muller, Junior, Walther Azzolini, Belhot, Renato Vairo. Modelagem da organização: uma visão integrada. 1. ed. - Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

[10] Arnold, J. R. Tony; Tradução Celso Rimoli, Lenita R. Esteves. Administração de materiais: uma introdução. 1. ed. - 10. reimpr. - São Paulo: Atlas, 2012



## Reverse Logistics: An analysis of the discarding of overdue supermarket products in the city of Petrolina-PE

Jakeline Gomes da Silva<sup>1</sup>, Marcos Paulo Siqueira da Silva<sup>2</sup>, Leonardo Guerra Maia<sup>3</sup>,  
Kamilla Rayane Brito Souza<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF). Av. José de Sá Maniçoba, S/N - Centro, Petrolina – PE.

Email: [jakeline\\_gomes16@hotmail.com](mailto:jakeline_gomes16@hotmail.com), [mpss\\_siqueira@hotmail.com](mailto:mpss_siqueira@hotmail.com), [leoguerramaia@hotmail.com](mailto:leoguerramaia@hotmail.com), [amillabrito.ep@gmail.com](mailto:amillabrito.ep@gmail.com)

### ABSTRACT

The purpose of this article is to determine the destination given by the supermarkets of Petrolina / PE food products with expiry date close to expiration, in addition to identifying whether or not they use reverse logistics and the access given to them by the industries / distributors to this important tool that aims to help in the correct destination of these types of products, being of fundamental importance for the increase of the margin of profit and the reduction of the operational cost. In recent years, the increase in the use of the reverse logistics tool has been mainly due to the adequacy of the current sanitary legislation, thus making the correct destination of expired food, thus avoiding the fines of the inspection agencies, and directly influencing the costs and profits of traders.

**Keywords:** logistics, validity, product, supermarkets, destination.

### Logística reversa: Uma análise do descarte dos produtos vencidos dos supermercados na cidade de Petrolina-PE

### RESUMO

Este artigo tem por objetivo apurar a destinação dada pelos supermercados de Petrolina/PE as mercadorias de gênero alimentício com prazo de validade próximos da expiração, além de identificar se os mesmos fazem uso ou não da logística reversa e o acesso dado a eles pelas indústrias/distribuidores a esta importante ferramenta que visa auxiliar na correta destinação destes tipos de produtos, sendo de fundamental importância para o aumento da margem de lucro e a diminuição do custo operacional. Nos últimos anos o aumento da utilização da ferramenta logística reversa, tem se dado principalmente para a adequação a legislação sanitária vigente, realizando assim a destinação correta dos alimentos com prazo de validade expirado, evitando desta forma as multas dos órgãos fiscalizadores, e influenciando diretamente nos custos e no lucro dos comerciantes.

**Palavras-Chave:** logística, validade, produto, supermercados, destinação.

### I. INTRODUÇÃO

Com as mudanças que o Brasil vem sofrendo, no que se refere ao cenário econômico e político, percebe-se que são seguidas conjuntamente com elas as modificações na sociedade no que se refere aos hábitos de consumo.

Essa realidade remete ao fato de que o consumo das pessoas passou a ser de consumo por necessidade para o simples ato de comprar. O poder aquisitivo, e até mesmo as facilidades de crédito disponibilizadas as pessoas foram fatores impulsionadores dessa situação. Nessa perspectiva, [1] fala que no que concerne a ampliação do consumo de alimentos

industrializados, por exemplo, houve aumento no consumo desses produtos, gerando “grande volume de embalagens descartadas, que especificamente, representam grande volume e problema ambiental sob vários aspectos” [1].

Entretanto, em épocas de crise, esse cenário se inverte: as pessoas compram menos e buscam formas alternativas para suprir suas necessidades e desejos. Diante dessas ações, as empresas também buscam se adequar ao novo cenário. Um exemplo disso está no setor alimentício. Segundo [2] essas mudanças que estão acontecendo no cenário econômico e político do país estão levando as empresas a explorarem soluções para a geração de renda, sendo elas essenciais para a



Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM). This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0). <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

manutenção da própria empresa e que proporcione sustentabilidade.

Vale salientar que com grandes quantidades de resíduos produzidos pelo homem, mesmo em épocas de recessão, o governo instituiu instrumentos por meio da política nacional de resíduos sólidos (PNRS), lei 12.305/10, dos quais se destaca a logística reversa [3].

Esse instrumento, segundo [4] “dá condições reais de garantir a posse do produto, por parte do consumidor, no momento desejado”. Nessa perspectiva, a logística reversa se tornou um importante instrumento para as empresas no que se refere ao descarte dos resíduos sólidos. Entende-se que, para o presente estudo, resíduos sólidos significam materiais, substâncias ou objetos descartados, que são resultantes de atividades humanas na sociedade [5].

Os supermercados, por exemplo, fazem parte dos canais de distribuição, que passaram a ter consideráveis volumes de resíduos, como embalagens plásticas, papel e principalmente produtos que ultrapassaram a sua validade.

Nesse contexto, o presente trabalho busca investigar quais os destinos adotados pelos grandes supermercados da cidade de Petrolina-PE no que se refere ao descarte de produtos que já exauriram seu período de validade.

Para tanto, o presente estudo encontra-se dividido em quatro partes: referencial teórico, que foi necessário para fundamentação da pesquisa, os procedimentos metodológicos utilizados e, os resultados encontrados e por fim uma análise crítica das informações coletadas.

## II. CONSIDERAÇÕES SOBRE LOGÍSTICA

“A concepção logística de agrupar conjuntamente as atividades relacionadas ao fluxo de produtos e serviços para administra-las de forma coletiva, é uma evolução natural do pensamento administrativo” [6].

De acordo com [7], a logística pode ser entendida como o conjunto de todas as atividades de movimentação e armazenagem necessárias, de modo a facilitar o fluxo de produtos do ponto de aquisição da matéria-prima até o ponto de consumo final, como também dos fluxos de informação que colocam os produtos em movimento, obtendo níveis de serviço adequados aos clientes, a um custo razoável.

Os serviços de transportes e armazenagem de materiais são importantes no comércio internacional, visto que, as distâncias físicas entre fornecedor e cliente estão aumentando cada vez mais, entretanto, a distância temporal tem diminuído conforme aumenta a competitividade entre setores da economia global e as exigências dos consumidores.

Vale salientar que não é só no comércio internacional que se verifica a importância da gestão dos suprimentos: no mercado interno dos países, a gestão logística, deve ser considerada elemento estratégico para o desenvolvimento econômico. Estratégias de marketing e distribuição, por exemplo, são cada vez mais objeto de interesse das empresas na busca por novos mercados. As empresas, independente do seu porte, devem vislumbrar no estudo das estratégias logísticas, diferenciais de mercado necessários para a sua expansão.

A definição de Logística nem sempre é completamente conhecida por parte das pessoas que se utilizam dela. A impressão inicial, de que logística engloba meramente a operação de transporte de mercadorias, já não é mais considerada. [8] ensina que logística empresarial tem a preocupação principal de suportar a produção com a

disponibilização de matérias primas no lugar e no momento necessários, distribuição dos produtos acabados no ponto de venda, visto que esses são os elos entre a indústria e o consumidor final, e a redução de custos com melhoria da eficiência através da correta gestão dos fluxos entre os fornecedores e os clientes.

A definição de logística mais comumente aceita e propagada na literatura é a da entidade americana *Council of Supply Chain Management Professionals* (CSCMP), formada por profissionais da logística, educadores e pesquisadores da área.

A parte do gerenciamento da cadeia de abastecimento que planeja, implementa e controla de forma, eficiente e eficaz o fluxo direto e reverso, a armazenagem de mercadorias, os serviços e as informações relacionadas entre o ponto de origem e o ponto de consumo, a fim de atender às necessidades dos clientes.

Segundo [9], na logística integrada, todas as funções – desde o abastecimento da empresa até a distribuição física dos seus produtos – estão integradas a um único sistema: a cadeia de suprimentos. Todo o processo de planejamento e execução das atividades logísticas deve ter o cliente como origem e destino, pois um sistema logístico integrado só pode funcionar de maneira eficiente se as demandas do cliente puderem ser satisfeitas. Para [10], “não há valor para o produto até que ele seja colocado nas mãos do consumidor ou comprador no tempo e no local em que é necessário”.

Assim, segundo [4] a moderna Logística procura incorporar:

- Prazos previamente acertados e cumpridos integralmente, ao longo de toda a cadeia de suprimento;
- Integração efetiva e sistêmica entre todos os setores da empresa;
- Integração efetiva e estreita (parcerias) com fornecedores e clientes;
- Busca da otimização global, envolvendo a racionalização dos processos e a redução de custos em toda a cadeia de suprimento;
- Satisfação plena do cliente, mantendo nível de serviço preestabelecido e adequado.

## III. LOGÍSTICA REVERSA

Como exposto anteriormente, os resíduos sólidos – sejam eles comerciais, industriais, domésticos, hospitalares – tem sido um grave problema ambiental, social e econômico para a sociedade atual. Possíveis soluções para amenizá-lo são cada vez mais desejadas, uma vez que é praticamente impossível dar o fim adequado para todo resíduo que geramos diariamente.

No art. 3º da lei 12.305/10, encontra-se o conceito de logística reversa:

Instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada [5].

A logística reversa, segundo [1] “pode contribuir para o desempenho da empresa ao possibilitar um aproveitamento do que foi gerado e seria descarte, um aproveitamento econômico.” Em síntese, ao levar os materiais do ponto de consumo ao ponto de origem. Intitula-se de “logística reversa”,

o reaproveitamento e reciclagem do material que seria descartado, que pode ser visto como uma possibilidade de reduzir os custos ou até aumentar o lucro de quem a pratica. A logística reversa busca a reutilização dos produtos através de operações de coleta, desmontagem e reprocessamento de materiais ou peças a fim de assegurar uma estratégia de preços competitivos e engajamento ambiental [11].

Também é caracterizada como uma atividade de gestão de materiais necessária para realizar a recuperação do produto, movimentação de materiais e redução na fonte [12].

No que se refere à regulamentação dos resíduos sólidos no Brasil, foi intitulada a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que provocou uma mudança na postura do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) em relação à normatização da área de resíduos [13].

Com a aprovação da PNRS os fabricantes, distribuidores, importadores e comerciantes de agrotóxicos, pilhas e baterias, pneus, óleos lubrificantes, lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista, produtos eletrônicos e seus componentes, estão obrigados a desenvolver um sistema de logística reversa para o retorno de produtos e embalagens no final da vida útil, que independe do serviço público de limpeza urbana. Além disso, esta normativa determina que a gestão dos resíduos seja de responsabilidade de todos: governo federal, estados, municípios, empresas e sociedade [13].

É importante lembrar, como mostram [14], que a maior parcela dos resíduos que retornam para as atividades de reciclagem no Brasil volta pelo trabalho dos catadores de materiais recicláveis.

Diante do exposto, a logística reversa pode ser definida como o planejamento, a operação do fluxo e de sistemas de informação logística, e também seus controles, para o retorno de bens por meio de diversos canais reversos. Ela agrega valor de diversas naturezas: econômica, como melhoria na competitividade e apreciáveis retornos financeiros, ecológica, preservando e diminuindo os impactos negativos ambientais tais como: menos uso de água e energia, diminuição de lixões e aterros, controle legal, logístico, impacto na imagem, entre outros [15].

Para [16] o conceito de logística reversa foi se aperfeiçoando ao longo das últimas décadas, não só enquanto definição, como também no que diz respeito às atitudes e a sua abrangência. Desde o início ela era vista apenas como uma distribuição, porém passou a ganhar importância e a se fazer presente com mais responsabilidade em todas as atividades logísticas relacionadas aos retornos de produtos. Nesse sentido surge o termo Green Supply Chain Management (GSCM).

Para [11] as práticas do GSCM, se alinhadas à estratégia de operações da organização, podem contribuir não somente nas questões ambientais mais também no incremento do inovação e na eficiência operacional. GSCM é uma abordagem moderna de gestão ambiental e tem como pressuposto que as empresas não agem sozinhas, mas sim se interligando desde fornecedores de matéria - prima até os consumidores finais, formando as chamadas cadeias de suprimentos, que devem estar preocupadas em atender as exigências do mercado com a adoção de princípios de gestão ambiental [17].

No Brasil, a GSCM aparece em pesquisas de logística reversa e sobre impactos ambientais, na tentativa de enfatizar o “verde”. Mesmo se mostrando como grande oportunidade para agregar valor, minimizar os impactos no processo de produção, gerar inovações de produto e/ou processo e aumentar a

competitividade, a gestão sustentável da cadeia de suprimentos ainda é um tema pouco explorada no Brasil [18].

As principais causas do crescimento dos resíduos sólidos se dão pela diminuição do ciclo de vida dos produtos e pelo uso crescente de materiais descartáveis. A logística reversa potencializa todas as soluções para gerenciamento de resíduos sólidos, ela acaba com o antiquado conceito de “fim da linha” (end-of-pipe), segundo o qual a vida dos produtos tem começo (projeto e produção), meio (uso) e fim (lixões e aterros). A linha virou um círculo: hoje em dia, seu fim coincide com o início e o retoma. Os materiais dos produtos usados, antes sempre chamados de lixo, agora são tidos como matéria-prima para uma nova geração de produtos [16].

### III.1 RESÍDUOS SÓLIDOS

A geração de resíduos é um dos grandes problemas deste século, isso se dá, pelo crescimento das cidades e seus habitantes, o que contribui para que a produção de lixo cresça numa escala considerável. Além do aumento da poluição do solo e das águas, esse fenômeno, traz como consequências problemas de saúde pública e ao meio ambiente. Assim, governantes do mundo inteiro têm se deparado com o problema da destinação final do lixo e buscam alternativas para reaproveitamento dos resíduos, dentre elas, a coleta seletiva, a compostagem e a reciclagem. Tais fatos demandam o estabelecimento de políticas integradas de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos, desde a sua geração até a disposição final, com envolvimento dos governantes e da sociedade.

Para [19] conceituam “resíduos sólidos” como: Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível [19].

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei no 12.305/2010, no artigo 13, traz a classificação para os resíduos sólidos quanto à origem e periculosidade, assim apresentados:

- Quanto à origem:
  - a) Resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
  - b) Resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
  - c) Resíduos sólidos urbanos: os englobados nas alíneas “a” e “b”;
  - d) Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas “b”, “e”, “g”, “h” e “j”;
  - e) Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea “c”;
  - f) Resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
  - g) Resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento

- ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;
- h) Resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil incluída os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;
  - i) Resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturas, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;
  - j) Resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;
  - k) Resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;
- Quanto à periculosidade:
    - a) Resíduos perigosos: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica;
    - b) Resíduos não perigosos: aqueles não enquadrados na alínea “a” (Lei no 12.305, de 12 de agosto de 2010).

Nisso, lixo é uma palavra que tem origem latina e significa cinzas ou lixívia. “A denominação “resíduo sólido” pode ser desdobrada em “resíduo”, que significa o que sobra de determinadas substâncias, e em “sólido”, para diferenciação da palavra entre gases e líquidos”[20].

Na literatura podem ser encontradas diversas classificações para os resíduos sólidos, quanto às características físicas, à composição química e quanto à origem. A Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, NBR 10004, de 2004, classifica os resíduos em: Classe I, ou perigosos, e Classe II, ou não perigosos.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei no 12.305/2010, no artigo 13, traz a classificação para os resíduos sólidos quanto à origem e periculosidade. No Brasil, segundo a Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, resíduos sólidos são definidos como: [...] material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível; (Lei nº 12.305, de 12 de agosto de 2010).

No contexto brasileiro, a Política Nacional dos Resíduos Sólidos prevê o controle na geração de resíduos, tendo como proposta a prática de hábitos de consumo sustentável e um conjunto de instrumentos para propiciar o aumento da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos (aquilo que tem valor econômico e pode ser reciclado ou reaproveitado) e a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos (aquilo que não pode ser reciclado ou reutilizado). Este regulamento instituiu a responsabilidade compartilhada entre os fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, cidadãos e titulares de serviços de manejo dos resíduos sólidos urbanos na logística

reversa dos resíduos e embalagens pós-consumo, podendo ser um importante vetor para mudanças das estratégias competitivas das empresas localizadas no Brasil. Pela Lei, tanto o setor público quanto às empresas locais e multinacionais deverão se adequar para adotar práticas de GSCM, em consequência da Logística Reversa [17].

#### IV. METODOLOGIA DA PESQUISA

Por se tratar de uma análise sobre o que acontece na prática de grandes supermercados de um município, no que se refere aos métodos de descartes de produtos vencidos, utilizou-se da abordagem qualitativa elencada por [21]. O autor menciona que essa abordagem é o “meio para explorar e para entender o significado que os indivíduos ou os grupos atribuem a um problema social ou humano” [21].

Nessa perspectiva, a pesquisa caracteriza-se ainda como exploratória, tendo em vista a tentativa de identificar se as empresas estudadas utilizam da logística reversa como instrumento de descarte dos produtos que expiraram a sua data de validade.

Diante disso, a amostra da pesquisa se classifica como não probabilista, tendo em vista que as informações coletadas se referem apenas aos estabelecimentos que se dispuseram a participar, totalizando três supermercados de grande porte, dois supermercados de médio porte e um atacado.

Para o alcance do objetivo proposto utilizou-se de uma entrevista, pois segundo [22] “um procedimento utilizado na investigação social, para a coleta de dados ou para ajudar no diagnóstico ou no tratamento de um problema social”. Uma vez que definido esse método de pesquisa qualitativa como meio para coletar e analisar as informações, precisou-se estruturar um roteiro, a fim de possibilitar a todos os entrevistados responderem as mesmas perguntas [22].

#### V. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os supermercados analisados encontram-se na cidade de Petrolina, localizada no Estado de Pernambuco. Buscou-se mensurar o uso do instrumento da logística reversa de produtos com prazo de validade expirado. Outras informações foram repassadas pelos entrevistados, tendo em vista suas explicações para utilização dos métodos de descartes utilizados.

No tocante aos volumes de compras e vendas, ficou evidente que os estabelecimentos com maiores volumes tem maior facilidade na hora de negociar a substituição dos produtos vencidos, haja vista que em alguns estabelecimentos menores não havia se quer o conhecimento desta prática da substituição.

Com relação às condições oferecidas pelas indústrias ou pelos distribuidores, foi verificado que produtos de marcas menos conhecidas facilitavam o acesso à substituição dos produtos vencidos, uma vez que é de seu interesse ter os seus produtos expostos no maior número de pontos de venda possível, a fim de tornar mais conhecido o seu produto. De forma contrária, os produtos de marca mais conhecida, dificultam o acesso à troca, uma vez que é do interesse do lojista ter esses produtos em suas prateleiras, por terem uma maior saída e um maior valor agregado de margem.

O controle dos produtos a vencer, em todos os estabelecimentos é feito pelos encarregados dos setores e pelos “repositores”. A estratégia de escoamento deste tipo de produto também é o mesmo: realização de ofertas, destacando o produto em pilhas ou nas pontas dos corredores, chamando a

atenção dos consumidores para o preço abaixo do praticado normalmente. A única diferença encontrada entre os estabelecimentos foi que, nos de pequeno porte, o lojista absorve sozinho a diminuição da sua margem de lucro com aquele determinado produto próximo do vencimento, enquanto nos de grande porte, na maioria das vezes, essas promoções são subsidiadas pelas indústrias ou pelas distribuidoras, diluindo assim o seu “prejuízo”.

Outra diferença nítida entre “grandes e pequenos”, é no descarte dos produtos vencidos, pois o “pequeno” além de não conseguir trocar a maioria dos seus produtos vencidos, tem a responsabilidade de descartá-los dentro das diretrizes legais, aumentando ainda mais o seu custo. Já os de grande porte possuem poucos produtos vencidos, já que conseguem trocar a maioria com fabricantes/distribuidores, que dão a destinação correta, diminuindo assim o seu custo. Em ambos os casos, quando não é possível o retorno do produto ao distribuidor, esses supermercados descartam os produtos no próprio lixo do estabelecimento: isolam os produtos com fitas e/ou papéis filmes e os colocam juntamente com outros resíduos descartados, que serão posteriormente recolhidos pela empresa de coleta de lixo do município, o qual leva esses materiais para aterros sanitários.

Diante disso, apesar do interesse das indústrias de não terem seus produtos vinculados a escândalos de falta de qualidade, intoxicação alimentar, dentre outros, ainda pesa para elas o custo da realização da logística reversa na totalidade dos seus clientes, dando prioridade aos grandes compradores e deixando desassistidos os pequenos comércios. Os comércios por sua vez quando não fazem uso da logística reversa tem não só uma diminuição da margem de lucro dos produtos pelo descarte das unidades vencidas, como também um aumento nos custos operacionais. Essas unidades vencidas tem que ter a destinação correta para atender as legislações sanitárias, e essa destinação no Brasil ainda tem um custo muito alto, pois na maioria das cidades ainda não existe essa estrutura correta de descarte, obrigando os comerciantes a desenvolverem a estrutura, aumentando os custos, ou o que é ainda pode ser pior, gerando o descarte indevido prejudicando assim o meio ambiente.

## VI. CONCLUSÃO

Com o objetivo de identificar como é feito o descarte dos produtos vencidos dos supermercados analisados, considerando ainda se essas empresas realizam a logística reversa, identificou-se que essas organizações além de não utilizarem desse instrumento, os gestores delas não têm conhecimento do que seria a logística reversa. Os representantes dos supermercados não tem noção do que fazem os distribuidores quando eles recolhem os produtos vencidos, e nem tão pouco se preocupam em ter essa informação.

O descarte indevido não só acumula a quantidade de resíduos, como também prejudica o meio ambiente. Os supermercados estudados, quando não conseguem devolver o produto ao fabricante, descartam esses produtos no próprio lixo da empresa, o que proporciona a junção deles com outros resíduos domésticos, que geralmente, no âmbito do municípios são destinados aos aterros sanitários. Esse meio de destinação desses resíduos pode não ser considerado a melhor forma de destinação, tendo em vista que a união de resíduos de composição diferentes pode ocasionar na criação de substâncias que degradam o solo e que até mesmo possa causar doenças.

Portanto, infere-se que esses supermercados de grande porte da região, de certa forma, estão utilizando de meios inadequados para destinação dos resíduos gerados pelo alcance da sua data de validade. E juntamente com eles, os supermercados de pequeno porte também. Baseado nisso, entretanto, não se pode concluir que as demais organizações do mesmo ramo seguem essa mesma metodologia de descarte, o que instiga para pesquisas futuras conhecer, através de uma abordagem quantitativa, o destino dado a esses materiais de prazo de validade vencidos.

## VII. REFERÊNCIAS

- [1] Araujo, Camila Brunassi, *et al.* Logística reversa: um estudo em supermercados de cidades do interior paulista. ANAP: São Paulo, v. VI, p. 363. 2010
- [2] Veiga, Claudimar Pereira da, et al. Impacto na mudança da política de retorno de produtos alimentícios perecíveis: abordagens ambiental e estratégica. FAPA: Porto Alegre/RS, n 18, p. 93-118.
- [3] Ministério do Meio Ambiente. Logística reversa. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-perigosos/logistica-reversa> > Acesso em 6 fev. 2018.
- [4] Novaes, Antonio Galvão. Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos. Rio de Janeiro: Elsevier. 2007.
- [5] Brasil. Lei 12.305, 02 de ago. de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF, fev 2018.
- [6] Ballou, Ronald H. Business logistics/supply chain management: planning, organizing, and controlling the supply chain. Pearson Education India, 2007.
- [7] Becco, José Eliseu; Nunes, Fernando Ribeiro de Melo. A logística dos supermercados periféricos estudo de caso em Fortaleza com aplicação do *benchmarking* In: XXIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2003, Ouro Preto, MG, Anais eletrônicos... Ouro Preto: Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 2003. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003\\_TR0112\\_1389.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003_TR0112_1389.pdf) >. Acesso em: 13 fev. 2018.
- [8] Christopher, Martin. Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: criando redes que agregam valor. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2009.
- [9] Gomes, Carlos F. S.; Ribeiro, Priscilla C. C. Gestão da cadeia de suprimentos integrada à tecnologia da informação. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.
- [10] Arbache, Fernando Saba et al. Gestão de logística, distribuição e trade marketing. 3. ed. Rio de Janeiro: Ed. FGV, 2006.
- [11] Drohomeretski, E. Gouvea da Costa, S. Pinheiro de Lima, E. Green supply chain Management: Drivers, barriers and practices within the Brazilian automotive industry. Journal of Manufacturing Technology Management, v. 25, n. 8, p. 1105 – 1134, 2014.

- [12] Jabbour, A. Souza, C. Oportunidades e desafios para lidar com as barreiras à adoção de práticas de Green Supply Chain Management: Guidelines à luz de um estudo de múltiplos casos no Brasil. *Gestão & Produção*, v. 22, n. 2, p. 295-310, 2015.
- [13] Lagarinhos, C. Tenório, J. Logística Reversa dos pneus usados no Brasil. Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- [14] Ribeiro, Daniel Vêras & Morelli, Márcio Raymundo. (2009). Resíduos sólidos problema ou oportunidade?. Rio de Janeiro: Interciência.
- [15] Leite, P. R. Logística Reversa: meio ambiente e competitividade. 2. ed. São Paulo: Pearson, 2009.
- [16] Paoleschi, B. Logística Industrial e Integrada. São Paulo: Erica, 2008.
- [17] Jabbour, A. B. L. S.; Arantes, A. F.; Jabbour, C. J. C. Green supply chain management: mapping the territory. *International Journal of Environment and Sustainable Development*, v. 12, n. 1, p. 145-167, 2013.
- [18] Alves, A. F., Nascimento, L. F. M. Green supply chain: protagonista ou coadjuvante no Brasil?. *RAE.*, São Paulo , v. 54, n. 5, p. 510-520, 2014.
- [19] Tenório, Jorge Alberto. Soares.; Espinosa, Denise Croce Romano. Controle Ambiental de Resíduos. In: PHILIPPI Jr, Arlindo.; ROMERO, Marcelo Andrade.; BRUNA, Gilda Collet. Curso de Gestão Ambiental. Barueri, SP: Manole, 2004. p. 155-211.
- [20] Ribeiro, H.; Jacobi. P. R.; Besen, G. R.; Gunther, W. M. R; Demajorovic, J.; Viveiros, M. Coleta seletiva com inclusão social: cooperativismo e sustentabilidade. São Paulo: Annablume, 2009.
- [21] Creswell, John W. Projeto de Pesquisa: métodos quantitativos, qualitativos e mistos. Tradução de Magda França Lopes. 3º Ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- [22] Marconi, Marina De Andrade; Lakatos, Eva Maria. Fundamentos da metodologia científica. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2003.



## Industry 4.0: The use of industrial automation with the internet assistance of the things in the control of electricity via local network in the city of Manaus-AM

Charles Castro Ferreira<sup>1</sup>, José Roberto Lira P. Júnior<sup>2</sup>, Luiz Felipe de Araújo Costa<sup>3</sup>, Mauro Cesar Aparício de Souza<sup>4</sup>, David Barbosa de Alencar<sup>5</sup>, Antonio Estanislau Sanches<sup>6</sup>

<sup>1,2</sup> Universidade Nilton Lins UNINILTONLINS – Manaus-AM.

<sup>3,4</sup> Centro Universitário FAMETRO – Manaus-AM.

<sup>5</sup> Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia ITEGAM – Manaus-AM.

<sup>6</sup> Universidade do Estado do Amazonas UEA – Manaus-AM.

Email: [charles\\_castro\\_ferreira@yahoo.com.br](mailto:charles_castro_ferreira@yahoo.com.br), [robertojunior72@gmail.com](mailto:robertojunior72@gmail.com), [luizfelipe\\_am@hotmail.com](mailto:luizfelipe_am@hotmail.com), [mcas1691@gmail.com](mailto:mcas1691@gmail.com), [david002870@hotmail.com](mailto:david002870@hotmail.com), [novo.sanches@gmail.com](mailto:novo.sanches@gmail.com)

### ABSTRACT

**Received:** January 11<sup>th</sup>, 2019

**Accepted:** January 20<sup>th</sup>, 2019

**Published:** March 31<sup>th</sup>, 2019

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM).

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International

License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



In Brazil the residential automation is still a field of operation little explored. This work proposes the use of a prototype, which through the internet concept of things, can help control and reduce the consumption of residential electricity. The development of the methodology of this research was done through the collection of data and through a bibliographic review, from which it was possible to study the possible superiorities existing in a higher level of detail about the relationship between Home Automation Technology and the Internet of Things. The creation of a low cost prototype for a control of electrical energy of a residence through local network, through the platform Arduino Mega 2560, whose microcontrollers is ATmega 2560, connected to the ethernet shield plate in order to establish connection with the local network to receive request from the user and send the command via RF to the drive module perform the command, proved to be effective in controlling and reducing residential power. It was possible to monitor the cost and energy consumption in a practical and instant way, making the best possible use of available resources and components.

**Keywords:** Domotics Technology; Internet of Things; Electricity; Reduction; Industry 4.0.

## Indústria 4.0: O uso da automação industrial com o auxílio da internet das coisas no controle de energia elétrica via rede local na cidade de Manaus-AM

### RESUMO

No Brasil a automação residencial ainda é um campo de atuação pouco explorado. Este trabalho propõe a utilização de protótipo, que através do conceito internet das coisas, possa auxiliar no controle e redução do consumo de energia elétrica residencial. O desenvolvimento da metodologia dessa pesquisa foi realizado através da coleta de dados e por meio de uma revisão bibliográfica, da qual foi possível estudar as possíveis superioridades existentes em maior nível de detalhamento acerca da relação entre Tecnologia Domótica e a Internet das Coisas. A criação de um protótipo de baixo custo para um controle de energia elétrica de uma residência através de rede local, através da plataforma Arduino Mega 2560, cujo microcontroladores é ATmega 2560, conectada a placa ethernet shield a fim de estabelecer conexão com a rede local para receber requisição do usuário e enviar o comando por meio de RF para o módulo de acionamento executar o comando, mostrou-se eficaz no controle e redução da energia elétrica residencial. Foi possível monitorar o custo e consumo de energia de forma prática e instantânea, fazendo o melhor uso possível dos recursos e componentes disponíveis.

**Palavras-Chave:** Produtividade; Eficiência; Redução de custos; Logística;

## I. INTRODUÇÃO

A Internet das Coisas está a cada dia mais inserida na nossa sociedade, com o passar das últimas décadas, mais processos estão integrados através de sistemas automatizados e eletrônicos. É uma integração que ocorre até na vida social, do lado de fora da indústria, equipamentos eletrônicos que se comunicam com seus proprietários e sinalizam suas necessidades, como é o exemplo das geladeiras inteligentes, que são capazes de fazer compras dos itens em falta em seu interior e debitar o valor diretamente do proprietário, que receberá os itens via delivery ou poderá retirá-los no supermercado. Os avanços tecnológicos proporcionam mais produtividade à indústria e aumentam sua competitividade em níveis globais, entretanto, quanto mais automação a consequência direta é a redução de mão de obra humana. Nesse contexto, levanta-se a questão a ser respondida nesse estudo: Como a relação entre a tecnologia doméstica e as ferramentas da internet das coisas, podem auxiliar no controle e redução da energética elétrica residencial?

O objetivo deste trabalho é propor a utilização de protótipo, que através do conceito internet das coisas, possa auxiliar no controle e redução do consumo de energia elétrica residencial. Para tal, propôs-se a descrever o conceito de Internet das Coisas assim como sua evolução e utilização na Indústria 4.0; Contextualizar acerca do Sistema de Domótica aplicada ao controle de Energia Elétrica; e, Pontuar a utilização da IoT no processo de Automação Residencial, para tentar reduzir o custo da energia elétrica em até 30%.

## II. REFERENCIAL TEÓRICO

### II.1 O QUE É INTERNET DAS COISAS?

A Internet das Coisas pode ser um tema quente na indústria, mas não é um conceito novo. No início dos anos 2000, Kevin Ashton estava lançando as bases para o que se tornaria a Internet das Coisas (IoT) no MIT AutoID lab. Ashton foi um dos pioneiros que concebeu esta noção ao procurar maneiras que Proctor & Gamble poderia melhorar seu negócio, ligando informações RFID para a Internet [1]. O conceito era simples, mas poderoso. Se todos os objetos na vida diária fossem equipados com identificadores e conectividade sem fio, esses objetos podem ser comunicados entre si e gerenciados por computadores. Ashton escreveu: Se tivéssemos computadores que soubessem tudo o que havia para saber sobre as coisas - usando dados que eles reuniram sem qualquer ajuda de nós - seríamos capazes de controlar e contar tudo, e reduzir significativamente o desperdício, perda e custo [1].

Hoje, muitos desses obstáculos foram resolvidos, haverá bilhões de objetos conectando-se à rede com os próximos anos. Por exemplo, o Cisco's Internet of Things Group (IOTG) prevê que haverá mais de 50 bilhões de dispositivos conectados em 2020 [2].

Em nações que lideram esse movimento, como Estados Unidos e Alemanha, indústrias de ponta estão investindo cada vez mais em Smart Factories ou fábricas inteligentes [3].

Com o uso de sensores e softwares sofisticados, as máquinas, que antes apenas respondiam a comandos externos,

agora são capazes de reunir milhões de informações, processá-las e interagir com outras máquinas – e até com outras fábricas.

Tudo, quase sem intervenção humana, por meio da internet. “É uma nova manufatura que está surgindo”, diz Helmuth Ludwig, vice-presidente executivo da subsidiária norte-americana da alemã Siemens, uma das empresas que está à frente dessa tendência. A nova indústria promete não apenas ser mais eficiente, mas revolucionar o relacionamento com o mercado [4].

No futuro, diz Ludwig, as fábricas terão a capacidade de alterar sua configuração de forma rápida, modificando as características dos produtos para atender demandas específicas de clientes e consumidores. É o que vem sendo chamado de customização em massa [5].

### II.1.1 COMO FUNCIONA IOT

IoT descreve um sistema onde itens no mundo físico e sensores dentro ou anexado a esses itens, estão conectados à Internet através de conexões sem fio e com fio à Internet. Esses sensores podem ser tipos de conexões locais, como RFID, NFC, Wi-Fi, Bluetooth e Zigbee. Os sensores também podem ter conectividade de área ampla, como GSM, GPRS, 3G, 4G e LTE [4].

A Internet das Coisas conecta tanto seres vivos como inanimados. Primeiras experiências e implantações da internet das coisas nas redes começaram com a conexão de equipamentos industriais. Hoje, a visão da IoT se expandiu para conectar tudo, desde equipamentos industriais aos objetos do dia-a-dia. Os tipos de itens variam de turbinas a gás a automóveis para medidores de utilidade. Também pode incluir organismos vivos, como plantas, animais e pessoas. Por exemplo, o Cow Tracking Project em Essex usa dados coletados de rádio posicionamento de tags para monitorar vacas para a doença e controlar o comportamento no rebanho. Computações vestíveis e Dispositivos digitais de saúde, como a Nike + Fuel band e Fitbit, são exemplos de como as pessoas estão se conectando a Internet das coisas a paisagem. A Cisco expandiu a definição de IoT para a Internet de Tudo (IoE), que inclui pessoas, lugares, objetos e coisas. Basicamente qualquer coisa que você pode anexar um Sensor e conectividade pode participar nos novos ecossistemas conectados [6].

Usa sensores para a coleta de dados. Os objetos físicos que estão sendo conectados possuem um ou mais sensores. Cada sensor monitorará uma condição específica, como localização, vibração, temperatura. No IoT, esses sensores se conectarão entre si e com sistemas que possam entender ou apresentar as informações dos feeds de dados do sensor. Estes sensores fornecerão novas informações aos sistemas da empresa e às pessoas [6].

Altera os tipos de itens que se comunicam através de uma rede IP. No passado, seria pessoas com pessoas, e pessoas com máquinas. Imagine se todos os seus equipamentos tivessem a capacidade de se comunicar. O que você diria? Os objetos habilitados para IoT compartilharão informações sobre sua condição e os ambientes com pessoas, sistemas de software e outras máquinas. Essas informações podem ser compartilhadas em tempo real ou coletados e compartilhados em intervalos definidos. No futuro, tudo terá uma identidade digital e conectividade, o que significa que você pode

identificar controlar e comunicar com objetos. Os dados IoT diferem da computação tradicional. Os dados podem ser de pequeno tamanho e frequente na transmissão. O número de dispositivos, ou nós, que estão se conectando a rede também são maiores em IoT do que em computador tradicional.

Comunicações e inteligência máquina a máquina extraídas dos dispositivos e a rede permitirá que as empresas automatizem certas tarefas básicas sem depender da central ou serviços baseados em nuvem. Esses atributos apresentam oportunidades para coletar uma ampla gama de dados, mas também proporcionar desafios em termos de concepção de rede de dados adequada e segurança desses dados [6].

A Internet das Coisas também é uma realidade já presente na vida do consumidor final, e será cada vez mais inserida ao longo da próxima década, não ficando apenas restrita ao conceito de total automação da indústria, sendo também um grande “facilitador” da vida doméstica [3].

Uma das primeiras coisas inseridas na vida doméstica, tendo por volta de um Milhão de casas conectadas no Brasil a cerca de 10 anos, é a porta. Proporcionando maior segurança residencial com painéis de alarme instalados na porta que está programada para abrir apenas para moradores do local reconhecendo rostos e/ou digitais, e essa ideia foi passando para janelas, sensores de presença, sensores de movimento. E tudo isso é monitorado virtualmente pelos moradores e até por empresas que prestam serviços de segurança patrimonial [2].

A área de segurança é um dos principais nichos fora da Indústria para a Internet das Coisas, logo na sequência vem à conexão de veículos que estão conectados coletando informação de localização, condução, desempenho, que são enviadas para centrais para diversos tipos de aplicação, inclusive para segurança do condutor em uma possível situação de violência ou furto. Num campo mais simplificado, também temos aparelhos domésticos que se conectam a rede para melhorar a experiência dos usuários, como televisores e geladeiras [4].

Dispositivos como pulseiras para atividades físicas que monitoram a frequência cardíaca, nível de intensidade do exercício, gasto calórico e armazenam essas informações em aplicativos que analisam essas informações e transformam esses dados em programas de evolução [5].

## II.2 IMPLANTAÇÃO DA IoT

A implantação da IoT irá gerar uma grande quantidade de dados, além de serem informações que podem comprometer a privacidade dos usuários, o perfil da rede deverá suportar o intenso tráfego de dados sem permitir que haja interrupções, quedas e quebra de sigilo. Apesar de já termos alguns recursos em funcionamento, ainda existem alguns desafios a serem vencidos para que seja implantada de forma total. Entre esses desafios, os mais críticos são as questões de segurança, privacidade, gestão e armazenamento destes dados [2].

## II.3 ESTRATÉGIAS NO PAÍS

O Brasil está atrasado nesse terreno, embora abrigue empresas que usam tecnologia de ponta e tenham grau de excelência nos setores em que atuam. Nessa linha de raciocínio [2] relata, que de maneira geral, porém, o país investe pouco

em inovação e tem um ambiente regulatório considerado inadequado. Além disso, não tem uma rede confiável de internet em banda larga e forma poucos engenheiros e técnicos especializados, essenciais para o desenvolvimento da nova indústria.

Em março de 2016, o governo criou um grupo de trabalho interministerial com a tarefa de mapear a capacidade existente no Brasil nessa área, identificar gargalos e formular uma estratégia para inserir o país na rota do novo avanço tecnológico. A diretora de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), Maria Luísa Machado Leal, reconhecem as deficiências, mas diz que é possível recuperar terreno.

Para Maria Luísa, o país pode saltar etapas se houver articulação entre governo, setor privado e universidades, e se forem estabelecidas parcerias internacionais para absorver conhecimentos já desenvolvidos lá fora. Um dos problemas mais difíceis é que a atualização tecnológica requer investimentos, que estão em queda no país.

Na avaliação dela, será preciso criar mecanismos de financiamento para apoiar a atualização do parque industrial. “A crise atual impede as empresas de definir grandes investimentos, mas temos que nos preparar para isso. Em pouco tempo, nossos principais concorrentes vão operar nesse novo ambiente tecnológico”, diz a diretora da ABDI [7].

## II.4 TECNOLOGIA DOMÓTICA

Com relação ao segundo objetivo desse estudo, que busca contextualizar acerca do Sistema de Domótica aplicada ao controle de Energia Elétrica, salienta-se que a Tecnologia Domótica é uma tecnologia recente que permite a gestão de todos os recursos habitacionais. O termo “Domótica” resulta da junção da palavra latina “Domus” (casa) com “Robótica” (controle automatizado) [8].

Nesse sentido, pode-se destacar que a Robótica está ligada ao ato de automatizar, isto é, realizar ações de forma automática. A domótica tem uma grande importância para a acessibilidade, uma vez que facilita a interação de pessoas que tenham algum tipo de deficiência física com os mecanismos do dia-a-dia, de forma que se ajuste às suas necessidades e se mostrado cada vez mais presente em nossas vidas.

Isso pode ser evidenciado quando se observa um trecho dos estudos de [9] onde o autor aponta algumas utilizações da automação feita através da robótica, conforme se elenca a seguir:

Indústrias - Automação Industrial responsável pelo controle das máquinas produtivas em operação;

Comércio - Automação Comercial responsável pelo controle e gerenciamento dos estoques e nas finanças e provendo agilidade nas operações comerciais através de códigos de barras, magnéticos ou por ondas de rádio.

Predial - Automação Predial responsável pelo controle das tarefas comuns aos condôminos de um edifício residencial ou comercial trata de assuntos tais como: elevadores, iluminação, área de lazer e trabalho cooperado, entre outros.

Doméstica - Automação Residencial responsável pelo controle e gerenciamento dos afazeres domésticos, provendo maior segurança e comodidade no lar.

Visto isto, pode-se dizer que a automação residencial, mais cedo ou mais tarde, tornar-se-á comum para a sociedade e traz consigo mudanças incontestáveis nos projetos e construções habitacionais, fazendo com que proporcione mais conforto, comodidade e satisfação ao público alvo. “O termo Automação Residencial designa e referência à utilização de processos automatizados em casas, apartamentos e escritórios. Podem-se utilizar outras denominações sinônimas, tais como, Automação Doméstica, Automatização Residencial ou Domótica. Apesar dos conceitos de Automação Residencial, ou ainda Ambientes Inteligentes, apresentarem-se como futuristas, o potencial é enorme” [9].

### III. MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado através do uso de técnicas como a observação, que aproxima o pesquisador da realidade pesquisada, e a entrevista informal que possibilitou o aprofundamento das informações conseguidas que complementa os dados obtidos.

#### III.2 APRESENTAÇÃO DOS DADOS COLETADOS

O sistema funciona da seguinte forma: os sensores de corrente colhem os dados das cargas dos equipamentos ligados às tomadas residenciais e estes dados são enviados para o Arduino onde serão processados, transformados em informações e serão exibidas no computador.

Inicialmente foram adquiridos todos os componentes eletrônicos necessários para a concepção do modelo.

Para o cálculo da potência consumida e obtenção dos custos com energia foi utilizado um sensor de corrente ASC712. As medições de corrente foram realizadas de forma precisa com o Sensor de Corrente ACS712. Este sensor usa o efeito hall para detectar o campo magnético gerado pela passagem de corrente, gerando na saída do módulo (pino OUT), uma tensão proporcional de 66mV/A. O sensor de corrente ACS712 mostrado na Figura 3 pode ser utilizado com corrente alternada (AC) e corrente contínua (DC), e os bornes de ligação são completamente isolados da saída para o microcontrolador.

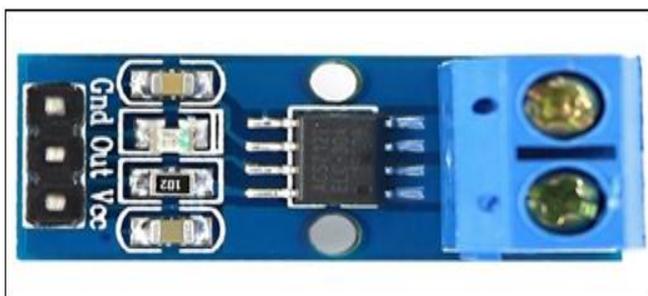


Figura 1: Sensor de Corrente ASC712.

Fonte: Autores, (2018).

#### III.3 ANÁLISES DOS RESULTADOS

Este capítulo visa comunicar os resultados obtidos pelo autor da pesquisa e análise dos mesmos, bem como oferecer subsídios para a conclusão do estudo. Onde foram feitas a

análise dos dados, sua interpretação e discussões que foram conjugadas através de texto e apresentados os métodos separadamente. Os resultados foram agrupados e ordenados de maneira conveniente através de tabelas, gráficos e figuras, em resposta aos objetivos desse estudo. A concretização deste capítulo vem possibilitar a ligação entre novas descobertas e os conhecimentos apresentados na revisão da bibliográfica.

#### III.3.1 VERIFICAÇÃO DA TENSÃO

Tensão (ou diferença de potencial) é a energia necessária para mover uma unidade de carga através de um elemento, é medida em volts (V) [10]. Pode ser definida pela razão entre a quantidade de energia W medida em Joules (J) e a carga Q, conforme é mostrado na equação 1:

$$V = \frac{W}{Q} \quad (1)$$

Sendo:

V = Tensão (Volts);

W = Energia (W);

Q = Carga (C);

A corrente elétrica é por definição a taxa de fluxo de cargas elétricas através de uma superfície [11] – geralmente essa superfície é a seção transversal de um fio condutor. Sendo  $\Delta Q$  (medida em Coulomb) a carga que flui através da área da seção transversal do fio no tempo  $\Delta t$ , a intensidade da corrente I medida em ampères. A equação 2 mostra como podemos calcular a intensidade dessa corrente:

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \quad (2)$$

Sendo:

I = Corrente (A);

$\Delta Q$  = Variação de carga (C);

$\Delta t$  = Tempo em segundos (s);

A Amazonas Energia nos fornece uma tensão de 127 V ou 220 V, no entanto com a estrutura e recursos disponíveis atualmente, é impossível para a Amazonas Energia fornecer para cada residência uma tensão exata e sem variações. Portanto a ANEEL com o respaldo da PORTARIA DNEEE Nº 047, DE 17 DE ABRIL DE 1978 permite que se tenha um limite de variação de tensão nominal de 5% para mais ou para menos para cada cliente [12]. Para a programação desenvolvida neste trabalho, o ideal seria se a tensão fosse fixa e sem variações, pois os cálculos do consumo são realizados de acordo com um valor de tensão previamente determinado.

Como isso não é possível, a tensão real fornecida para a residência utilizada foi medida ao longo de um dia e o valor da moda dos dados foi utilizado no código-fonte [12].

#### III.3.2 TESTE DE ENERGIA NA LÂMPADA DE 40W

Energia é a capacidade de realizar trabalho. É medida em joules (J) ou ainda em watt-segundo e Potência é a variação da energia (liberada ou absorvida) em função da variação do tempo, medida em watts (W) [10]. Sendo assim a Energia

consumida ou fornecida será definida conforme mostrado na equação 3:

$$W = Pt \quad (3)$$

Sendo:

W = Energia (watt);

P = Potência (watt por segundo ou j/s);

t = Tempo em segundos (s);

A potência será encontrada pela equação 4:

$$P = VI \quad (4)$$

Sendo:

P = Potencia (watt por segundo ou j/s);

V = Tensão (Volts);

I = Corrente (A);

A princípio, o tempo utilizado nos cálculos de potência será expresso em segundos. No entanto para fins práticos, serão utilizados o Wh (watt-hora) e o kWh (quilowatt-hora). Portanto a energia consumida será dada por:

$$\text{Energia (Wh)} = \text{potência(W)} \times \text{tempo(h)} - (\text{Equação 1})$$

Ou por:

$$\text{Energia (kWh)} = \frac{\text{potência (W)} \times \text{tempo (t)}}{1000} - (\text{Equação 2})$$

Para realizar o teste no sensor de corrente, foi montado um circuito e um código de programação com apenas esse

sensor conectado ao Arduino (Figuras 3-5). A plataforma Arduino inclui ainda um meio de desenvolvimento que permite escrever programas usando uma linguagem denominada Processing, que é uma linguagem derivada de um projeto de alunos do MIT (Instituto de Tecnologia de Massachusetts – EUA), que tem como grande objetivo facilitar o acesso de programadores ao mundo da programação de baixo nível (exemplo de linguagem: Assembly), sem necessidade alguma de conhecer a linguagem de máquina, que trabalha diretamente com os registradores dos processadores. A linguagem de programação de alto nível adotada pelo projeto Processing é uma versão simplificada da linguagem C/C++.

De acordo com o Manual CCS Inc. (2007) Processing é uma linguagem de programação de código aberto para as pessoas que querem criar imagens, animações e interações.

Desenvolvido inicialmente para servir como um “Sketchbook” do software e para ensinar os fundamentos da programação de computador dentro de um contexto visual, Processing igualmente evoluiu em uma ferramenta para gerar trabalho profissional de qualidade em sua forma final. Atualmente, existem dezenas de milhares de estudantes, artistas, designers, pesquisadores e entusiastas que utilizam a linguagem Processing para a aprendizagem, a prototipificação e a produção.

Para desenvolver aplicações utilizando a linguagem Processing, que funcionem em um microcontrolador, é utilizado um conjunto de abstrações, de codinome Wirin. Muitos se referem a este conjunto como linguagem Wiring ou linguagem Arduino, mas na verdade são somente funções e bibliotecas escritas em C/C++ (CCS Inc., 2007). A Figura 2 mostra o ambiente de desenvolvimento para o Arduino.

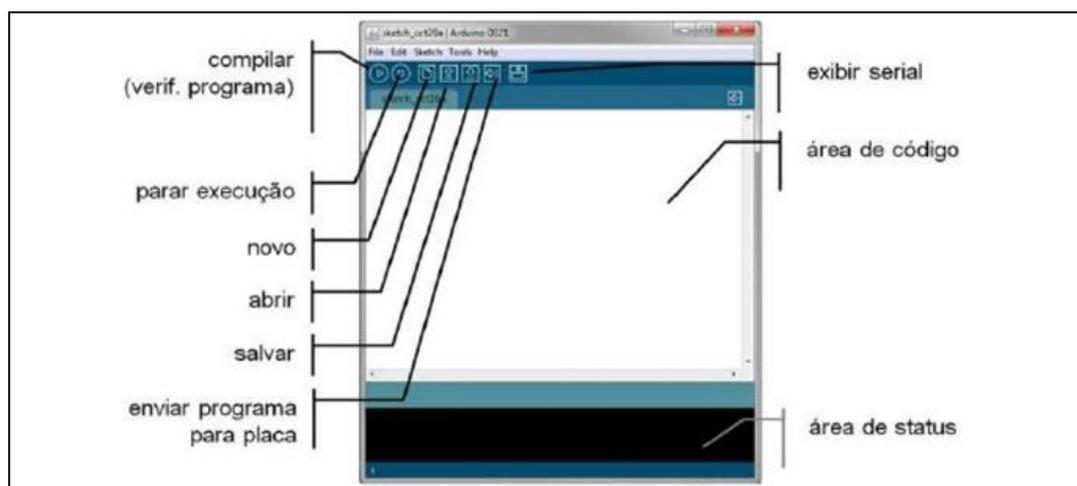


Figura 2: Ambiente de desenvolvimento Arduino.

Fonte: Autores, (2018).

O código-fonte utilizado foi o do fabricante, porém com as alterações da faixa de tensão. Efetuou-se então a medição de potência e corrente consumidas por uma lâmpada de 40W. A corrente também foi medida através de um multímetro simultaneamente. Para realizar o teste no sensor de corrente, foi montado um circuito e um código de programação com apenas esse sensor conectado ao Arduino.

### III.3.3 TESTE CHURRASQUEIRA ELÉTRICA

Os testes iniciaram-se com a medição de potência e corrente em uma churrasqueira elétrica de 1800W. De acordo com [13] apesar das oscilações, o sensor se aproximou bastante da medição de corrente realizada pelo multímetro, no entanto a potência medida ficou abaixo dos 1800W descritos na embalagem do aparelho. É importante salientar que os aparelhos domésticos, principalmente os que têm finalidade de

resistência térmica, geralmente não consomem a potência exata de acordo com sua descrição por várias causas. Na Tabela 1 podemos observar o teste da corrente elétrica, numa churrasqueira elétrica.

Tabela 1: Teste Sensor de Corrente / Churrasqueira.

1300,07 WATTS	5,91 AMPERES
1313,08 WATTS	5,97 AMPERES
1500,78 WATTS	6,82 AMPERES
1528,49 WATTS	6,95 AMPERES
1645,50 WATTS	7,48 AMPERES
1600,11 WATTS	7,27 AMPERES
1600,02 WATTS	7,27 AMPERES
1578,73 WATTS	7,18 AMPERES
1535,54 WATTS	6,98 AMPERES
1512,85 WATTS	6,88 AMPERES
1508,56 WATTS	6,86 AMPERES



Fonte: Autores, (2018).

Entre estas causas podem estar variações na fabricação e arredondamento de valor de potência para fins comerciais. Isso foi comprovado na medição da churrasqueira elétrica, pois a corrente e a tensão se mantiveram estáveis no momento da medição da potência [13].

### III.3.4 MONTAGEM DO PAINEL

Seguimos para a montagem do projeto de forma na quais todos os componentes foram fixados de forma adequada no compartimento, a Figura 3 mostra a evolução do projeto.



Figura 3: Painel do Projeto.  
Fonte: Autores, (2018).

Uma vez realizados os testes necessários, foi observado que o sensor não possui uma precisão extremamente exata, mas que atende aos propósitos deste trabalho. A Figura 4 mostra o consumo da energia num ambiente virtual.

ACIONAMENTO DE CARGAS VIA WEB		
CKT 01	CKT 02	CKT 03
<u>LIGA DESLIGA</u>	<u>LIGA DESLIGA</u>	<u>LIGA DESLIGA</u>
Tensao(V1): 127	Tensao(V2): 127	Tensao(V3): 127
Corrente F1(A):0.19	Corrente F2(A):0.17	Corrente F3(A):0.34
Potencia F1(KW):0.02	Potencia F2(KW):0.02	Potencia F3(KW):0.04
Consumo(W):86.79	Potencia F2(KW):75.51	Potencia F3(KW):154.38
Consumo RS:0.30	Energia F2(WS):0.26	Energia F3(WS):0.54

Figura 4: Amostra de consumo via WEB.  
Fonte: Autores, (2018).

### IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A IoT vai mudar nossa realidade, por que agora tudo é inteligente, e está conectado, de modo que possamos ter acesso a tais dados, ou melhor, à informação, A IoT vai revolucionar a vida dos seres humanos, a partir do momento que os mesmos compreenderem que com uso dessa tecnologia, se pode melhorar a vida das pessoas e organizações. A Internet das Coisas irá transformar fundamentalmente como os produtos são inventados, fabricados, enviados e vendidos. Os principais fabricantes estão projetando produtos e serviços em constante evolução, isso é um fator determinante para mudar o direcionamento das coisas como conhecemos atualmente. Uma das áreas com mais alto potencial para aplicações da IoT, é a da saúde, utilizando aplicações para dispositivos móveis, assim podendo acompanhar diagnósticos dos pacientes em tempo real num aparelho celular, porém um dos desafios dessa aplicação está em proteger tais informações, para que apenas os prestadores de serviços de saúde tenham acesso a tais informações, apesar disso é animador a evolução que acontece nessa área, algo para se acompanhar de perto. Com a automação industrial, o mundo passou a produzir de forma mais eficiente e com menor custo, constantemente as empresas pensam em automatizar processos produtivos pensando em ter um retorno financeiro a médio e longo prazo. Com a IoT, a automação fica mais viável não só nas organizações, como também nas residências. No futuro tudo será mais dinâmico, automático e intuitivo. A automação industrial já é uma realidade no presente, contribuindo para a evolução da indústria, aumentando a escala de produção e reduzindo custos ao mesmo tempo, já a automação residencial será algo mais explorado pelas futuras gerações, pois através dela será possível criar métodos que facilitem o dia-a-dia das pessoas deixando tudo mais “automático”.

## V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ASHTON, Kevin. An Introduction to the Internet of Things (IoT). RFID Journal. 1999.
- [2] Zambarda, Pedro. Internet das Coisas: entenda o conceito e o que muda com a tecnologia, 2018. Disponível em: <<http://www.techtudo.com.br>>. Acessado em: 14. abr. 2018.
- [3] Ashton, Kevin. Internet das Coisas, nova revolução da conectividade. Porto Alegre: 2014. Inovação em Pauta, Porto Alegre, n. 18, p. 6-9, 14 dez. 2014.
- [4] Figueiredo, Odail. Setor automobilístico está a caminho da indústria 4.0. 2016. Disponível em: <<http://www.em.com.br>>. Acessado em: 04. mai.2018.
- [5] Hamann, Renan. 5 tendências tecnológicas para os próximos anos, 2014. Disponível em <<http://www.tecmundo.com.br>>. Acessado em: 22. abr.2018.
- [6] Evans, Dave. Internet das Coisas: Como a Próxima Evolução da Internet Está Mudando Tudo, 2011. Disponível em: <<http://www.cisco.com>>. Acessado em: 04. mai.2018.
- [7] Agencia Brasileira do Desenvolvimento Industrial (ABDI), 2018. Disponível em: <<http://www.abdi.com.br>>. Acessado em: 15. Mai. 2018.
- [8] Chaves, Bel. O que é domótica, 2015. Disponível em: <<http://www.belchaves.com.br>>. Acessado em: 28. abr.2018.
- [9] Teza, Vanderlei Rabelo. Alguns aspectos sobre automação residencial – DOMÓTICA. [Monografia]. Florianópolis: UFSC, 2002.
- [10] Alexander, Charles; Sadiku, Matthew N. O. Fundamentos de Circuitos Elétricos. 5. ed. São Paulo: Bookman, 2013.
- [11] Tipler, Paul A.; Mosca, Gene. Física Para Cientistas e Engenheiros. 6. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2009.
- [12]. Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) - Banco de Informações de Geração: Big, 2018. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acessado em: 11. Mai.2018.
- [13] Loes, João; Steinhauser, Rafael. O que é a internet das coisas e como ela mudará suas vidas, 2015. Disponível em: <<http://tecnologia.terra.com.br> >. Acessado em: 3. Mai.2018.



## Reverse logistics: feasibility analysis of the collection and restitution of lubricating oil used or contaminated

Gabriel Cappello Machado<sup>1</sup>, Pedro Pereira Feres<sup>2</sup>, Max Filipe Silva Gonçalves<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Universidade Presbiteriana Mackenzie. Rua da Consolação, 930 Consolação, São Paulo-SP.

Email: [hwcgligoco@gmail.com](mailto:hwcgligoco@gmail.com), [pedropferes@gmail.com](mailto:pedropferes@gmail.com), [max.goncalves@mackenzie.br](mailto:max.goncalves@mackenzie.br)

### ABSTRACT

The logistics function is to create and maintain internal and external storage and distribution processes of raw materials and products. Within logistics, we highlight the reverse logistics area, which deals with all operations aimed at recovering and reusing products and materials that have already ended their useful life in the market, thus ensuring their reintegration into the production process, reducing costs and waste. This article aims to make a brief analysis of the current scenario of collection of used and contaminated lubricating oils (UCLO), focusing on the relationship between the low number of collecting stations and the current Brazilian legislation regarding the characterization and requirements to become a collector of UCLO. It is concluded that current Brazilian legislation encourages companies producing and importing finished oils to maintain the current level of collection of used and contaminated oils for convenience.

**Keywords:** reverse logistics, waste, lubricating oil.

**Received:** January 07<sup>th</sup>, 2019

**Accepted:** January 20<sup>th</sup>, 2019

**Published:** March 31<sup>th</sup>, 2019

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM).

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International

License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



## Logística reversa: análise viabilidade da coleta e a restituição de óleo lubrificante usado ou contaminado

### RESUMO

A logística tem como função criar e manter processos de armazenagem e distribuição tanto interna como externa de matérias primas e produtos. Dentro da logística, destaca-se a área de logística reversa, que trata de todas as operações voltadas à recuperação e reutilização de produtos e matérias que já terminaram sua vida útil no mercado, garantindo assim sua reintegração ao processo produtivo, reduzindo custos e resíduos. Este artigo tem como objetivo fazer uma análise sucinta do cenário atual de recolhimento dos óleos lubrificantes usados e contaminados (OLUC), focando na relação entre o baixo número de estações coletoras e a atual legislação brasileira quanto a caracterização e exigências para se tornar um coletor de OLUC. Conclui-se que a atual legislação brasileira incentiva as empresas produtoras e importadoras de óleos acabados a manterem o atual nível de recolhimento de óleos usados e contaminados por comodidade.

**Palavras-Chave:** logística reversa, resíduo, óleo lubrificante.

### I. INTRODUÇÃO

A prevenção do descarte e a redução de resíduos sólidos têm sido cada vez mais reguladas pelo poder público, o qual vem provendo instrumentos necessários para o avanço do país voltados à redução de problemas ambientais, sociais e econômicos, gerados pelo descarte e manipulação incorreta dos resíduos sólidos.

Os OLUCS (óleo lubrificante usado ou contaminado) em sua maioria são coletados por postos de gasolina e oficinas mecânicas no momento em que é realizado o serviço de troca

de óleo usado pelo novo. Este composto é classificado como um resíduo perigoso, sendo inflamável, corrosivo, tóxico e patogênico [1]. Além disso, o descarte de maneira inadequada resulta em problemas ambientais, potencializados pela falta de informação dos riscos e impactos tanto à saúde das pessoas quanto ao meio ambiente.

Desde a criação das máquinas e dos veículos automobilísticos, o óleo lubrificante sempre desempenhou um papel essencial para o bom funcionamento de processos mecânicos. No entanto, esse óleo usado ou contaminado,

quando não recolhido ou descartado de modo indevido, transforma-se em um problema ambiental, criando-se assim a necessidade do fluxo da logística reversa, desde a identificação do mercado consumidor até o ponto de origem [2].

Foi analisada pelos pesquisadores do presente artigo a cadeia da logística reversa do óleo lubrificante usado ou contaminado, na tentativa de verificar os impactos positivos resultantes do aumento da coleta e reciclagem no âmbito de fatores econômicos, sociais e ambientais do Brasil. Após a construção e entendimento do cenário atual, tem-se como objetivo propor uma alternativa dentro da realidade atual para buscar um aumento do percentual de OLUC recolhido para re-refino, focando especialmente nas áreas onde a logística reversa do mesmo é precária.

O óleo lubrificante que é utilizado nos motores dos carros e em máquinas, sofre deterioração devido à perda de propriedades moleculares em função de sua circulação nos processos internos do motor e das máquinas em geral, o que acarreta a necessidade de constante revisão, troca e manutenção do óleo lubrificante.

Tendo em vista a busca do descarte correto, que não gere qualquer poluição ao ambiente, leis ambientais foram criadas pelo governo a partir da década de 90. Além disso, estas leis criaram exigências para a produção, comercialização e refinamento destes produtos, que precisam ser analisados e identificados tanto pela composição quanto sobre a utilização adequada deles, perante aos diversos tipos de veículos tais como carros, ônibus e caminhões [3].

Atualmente 39,74% do óleo lubrificante usado já é recolhido para rerrefino no Brasil [4], porém grande parte desse número se deve as regiões sudeste e sul do Brasil onde políticas de coleta já estão mais desenvolvidas. O centro-oeste, norte e nordeste ainda estão longe de possuírem um percentual de coleta adequado [5].

Segundo o [6], a nível nacional existem 25 coletores certificados de óleos lubrificantes usados ou contaminados que trabalham através da coleta porta a porta em oficinas e postos de troca de óleo. Após recolhido, este óleo segue para uma rerrefinaria onde 80% a 85% é reaproveitado tornando-se óleo básico que é posteriormente misturado a aditivos para se tornar lubrificantes específicos para as mais variadas máquinas.

Somente em 2017 foram produzidos mais de 1 milhão de metros cúbicos de óleo lubrificante no Brasil, que posteriormente se tornará em um OLUC, levando em consideração que atualmente 60% dos óleos descartados ainda não são reciclados da maneira correta, fica clara a importância do aperfeiçoamento do processo de logística reversa para este produto, pensando-se na necessidade de aumento da porcentagem de sua coleta, reciclagem, refinamento. A relevância disso é fundamentada pelo fato de que quando descartado incorretamente pode poluir grandes quantidades de água, ar, causar câncer, má formação de fetos entre outros problemas de saúde gravíssimos. Para se dimensionar tamanho prejuízo ambiental causado por este descarte indevido a água, por exemplo, 1 litro de OLUC pode contaminar até 1 milhão de litros de água, restringindo a passagem de luz e as trocas de gasosas afetando a vida dos organismos aquáticos.

O trabalho irá se basear em uma metodologia focada na pesquisa e construção do cenário atual de coleta de óleo por regiões do Brasil, identificando quantidade de coletores

registrados, maneira e frequência com que é feita a coleta e possíveis outras destinações dos OLUC's que não a correta (rerrefino). Após a construção e entendimento do cenário atual, será desenvolvida uma alternativa dentro da realidade atual para buscar um aumento do percentual de OLUC recolhido para re-refino, focando especialmente nas áreas onde a logística reversa do mesmo é precária.

## II. PRINCIPAIS ASPECTOS DA SUSTENTABILIDADE E A LOGÍSTICA REVERSA

A definição de Logística apresentada por [7] estabelece que a logística engloba “todas as formas de movimento de produtos e informações” dentro do processo da cadeia produtiva ou linha de produção.

Uma das áreas da logística empresarial é a logística reversa, que envolve todas as operações relacionadas à reutilização de produtos e materiais, na busca de uma reintegração destes a processos produtivos sustentáveis, sendo portanto, um instrumento de desenvolvimento econômico e social, visando o reaproveitamento de resíduos industriais para sua reintrodução no ciclo produtivo.

O objetivo da logística reversa é a revalorização de um produto ou material, motivado pela crescente demanda em manutenção de resíduos e também pela redução ao dano ambiental, ao evitar que esse resíduos sejam lançados diretamente na natureza.

O campo de atuação da logística reversa abrange três áreas: econômica, social e ambiental. Economicamente, é feita uma análise para identificar como a logística reversa esta voltada à diminuição dos custos de uma empresa ou órgão público. Já a área ambiental abrange a preocupação e condicionamento dos mecanismos de produção para que estes estejam compatíveis com leis de proteção e preservação ambiental [8]. Por fim, o campo social visa estabelecer condições favoráveis para uma sociedade próspera e desenvolvida além de sustentável e saudável, visando desenvolver métodos para uma melhor qualidade de vida através das atividades da logística reversa.

### II.1 PRINCIPAIS ASPECTOS DO DESCARTE INCORRETO DE ÓLEOS LUBRIFICANTES (OLUC'S)

Além de possuírem diversos componentes danosos ao meio ambiente, como cádmio, chumbo e cromo, os olucs contêm substâncias decorrentes da decomposição de outros metais do motor ou equipamento, como ferro [9].

Esses componentes são altamente tóxicos e nocivos à saúde humana e à natureza e por serem bioacumulativos, essas substâncias não deixam o organismo, causando doenças como câncer, asma, danos à pele e ao sistema respiratório. Outro aspecto que impacta diretamente na saúde humana é em relação ao descarte incorreto feito em esgotos, o que pode levar ao comprometimento do funcionamento de estações de tratamento de água utilizada por milhares de pessoas [10].

Além disso, os lubrificantes mal descartados poluem o ar e as águas, podendo afetar também todo um ecossistema, destruindo fauna, flora e lençóis freáticos, causando problemas na fotossíntese das plantas e impactando a cadeia alimentar. É estimado que apenas um litro de óleo não descartado

corretamente basta para contaminar 1 milhão de litros de água [9].

Segundo [9], não obstante esse panorama, o setor de lubrificantes é responsável por uma quantia considerável em relação ao gasto de energia e recursos, tanto naturais, quanto financeiros, gerando um número elevado de resíduos gasosos, líquidos e sólidos tóxicos que impactam diretamente no meio ambiente e na vida da população.

Fica claro, portanto, que a logística reversa de lubrificantes utilizados na indústria tem papel essencial para a prevenção de danos à saúde humana e ao meio ambiente.

## II.2 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL DA LOGÍSTICA REVERSA DOS OLUC'S

O óleo lubrificante, ao ser utilizado sofre deterioração de seus componentes, perdendo suas propriedades químicas, tornando-se um resíduo tóxico perigoso. Devido a este fato, foram criadas leis para o controle do recolhimento e coleta deste óleo, além de regular uma destinação final para o produto, para assim diminuir o descarte incorreto e evitar maiores danos ambientais. Segundo a Resolução CONAMA 362/2005 que trata da coleta, recolhimento, e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado [3]:

*“Art. 1º: Todo óleo lubrificante usado ou contaminado deverá ser recolhido, coletado e ter destinação final, de modo que não afete negativamente o meio ambiente e propicie a máxima recuperação dos constituintes nele contidos, na forma prevista nesta Resolução.”*

Foi determinada na Resolução CONAMA 362/2005 a responsabilidade ao produtor e importador de realizar o recolhimento, coleta e destinação final do óleo utilizado, criando assim a necessidade de os mesmos realizarem toda a logística reversa deste produto, garantindo a destinação final do óleo lubrificante usado ou contaminado. Além disso, a identificação da quantidade de óleo a ser recolhida pelos produtores e importadores está diretamente relacionada com a proporção da quantidade de óleo distribuída por eles no mercado [3].

Segundo a Resolução CONAMA nº 362/2005 partir da coleta do óleo usado, uma técnica, chamada de *rerrefino*, é

utilizada para a reintegração do óleo contaminado por meio da reciclagem e da recuperação de suas características químicas primárias. Porém nem sempre este processo é realizado de modo correto, já que diversos estabelecimentos em todo o território nacional realizam a coleta deste óleo para outros fins divergindo do que é regulado pela legislação atual [3].

*“A prática tecnicamente recomendada para evitar a contaminação ambiental — estabelecida pela Resolução Conama nº 362/2005 — é o envio do óleo lubrificante usado para reciclagem e recuperação de seus componentes úteis por meio de um processo industrial conhecido como rerrefino.”*

Devido ao fato do petróleo brasileiro ser considerado pobre em óleo básico em consequência das suas características químicas e este insumo ainda ser necessário para a fabricação de óleo lubrificante, o processo de rerrefino possui grande relevância para a política estratégica econômica do país, pois este processo realiza a recuperação das partículas nobres presentes no óleo lubrificante. Isso diminui tanto a necessidade de os fabricantes realizarem a importação deste petróleo leve, quanto a produção de novas quantidades deste material que demanda muita energia [3].

Para o controle e aumento de quantidade de óleo devidamente reciclado, o governo criou um sistema de metas, cabendo aos Ministérios de Meio Ambiente e de Minas e Energia atribuir acompanhar o cumprimento das metas da coleta de óleo lubrificante usado e contaminado pelo produtor e importador.

I - análise do mercado de óleos lubrificantes acabados, na qual serão considerados os dados dos últimos três anos;

II - tendência da frota nacional quer seja rodoviária, ferroviária, naval ou aérea;

- tendência do parque máquinas industriais consumidoras de óleo, inclusive agroindustriais;

IV - capacidade instalada de rerrefino;

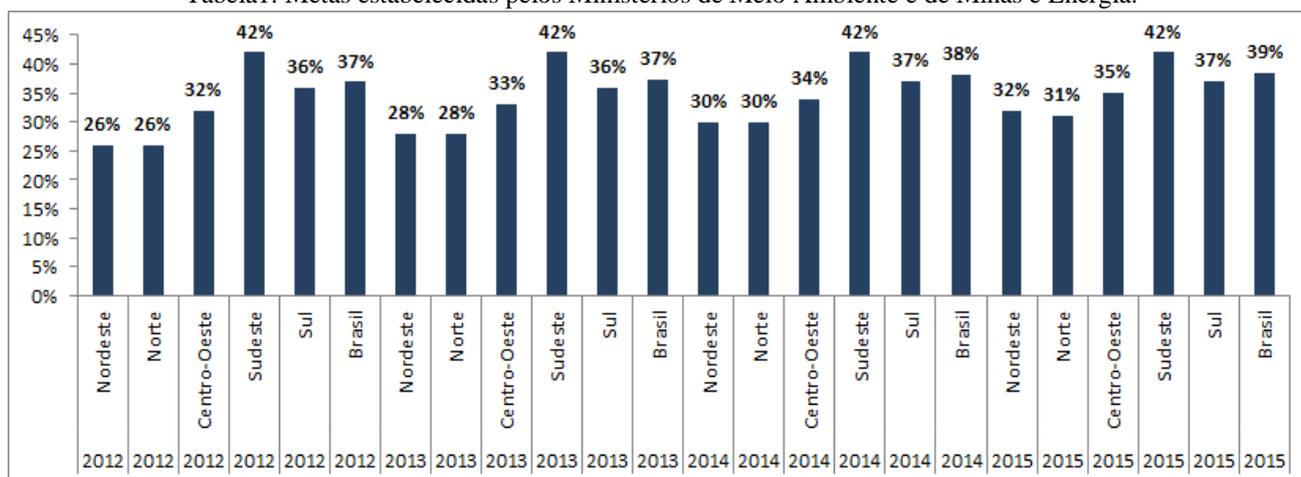
V - avaliação do sistema de recolhimento e destinação de óleo lubrificante usado ou contaminado;

VI - novas destinações do óleo lubrificante usado ou contaminado, devidamente autorizadas;

VII - critérios regionais; e

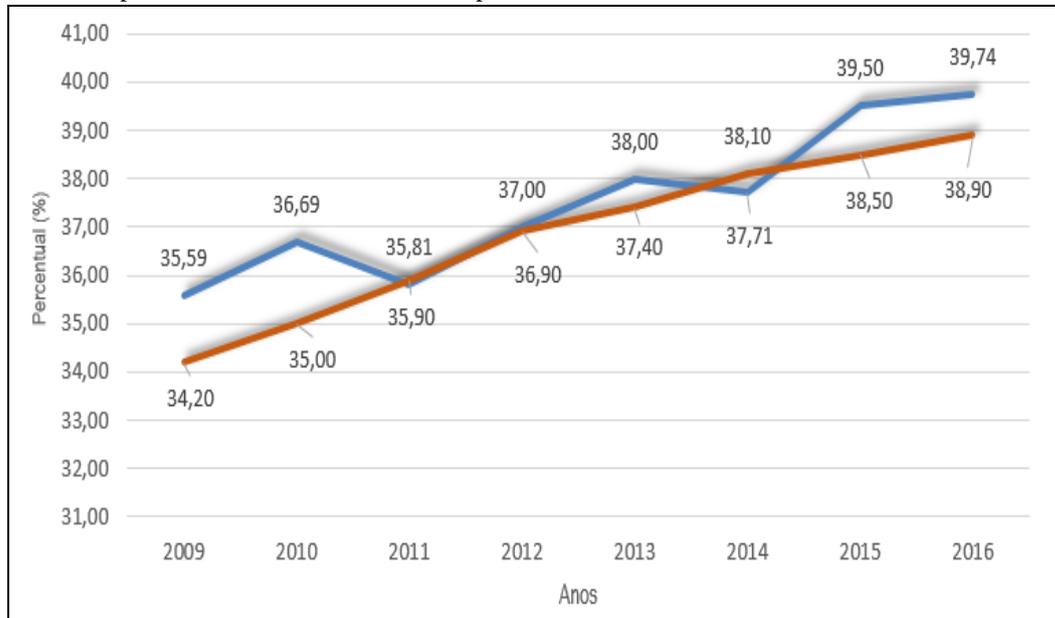
VIII - as quantidades de óleo usado ou contaminado efetivamente coletadas”.

Tabela1: Metas estabelecidas pelos Ministérios de Meio Ambiente e de Minas e Energia.



Fonte: Adaptado [4].

Tabela2: Cumprimento de Metas estabelecidas pelos Ministérios de Meio Ambiente e de Minas e Energia.



Fonte: [4].

### II.3 DISTRIBUIÇÃO TERRITORIAL DE ESTAÇÕES COLETORES E DE RERREFINO DO OLC

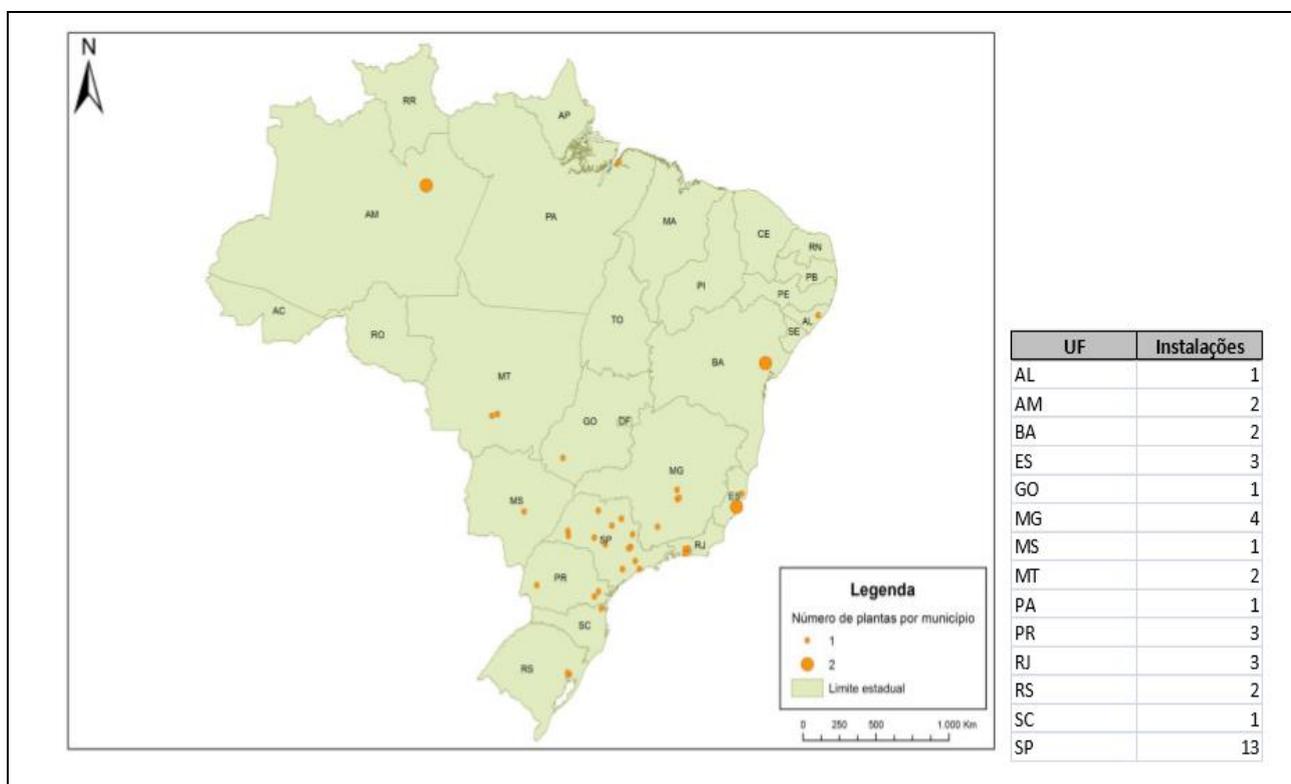


Figura 1: Estações de coleta de OLC's no Brasil.

Fonte: [4].

Na figura 1, onde é indicado a localização das estações de coletas de OLC no Brasil, pode se notar que número de coletores registrados é extremamente baixo para um país como o Brasil e mais da metade dos coletores estão concentrados apenas no estado de São Paulo. Quando comparado o número de coletores ao número de produtores e importadores de óleo acabado, fica claro como existe um déficit na logística reversa

dos OLC's. Enquanto que há 302 produtores e importadores de óleos acabados, existem apenas 27 estações de coleta devidamente registradas na Agencia Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis.

Na grande maioria dos estados, uma mesma estação de coleta atende a diversos municípios, a figura 2 mostra o número de municípios por estado que possuem ou não coleta.

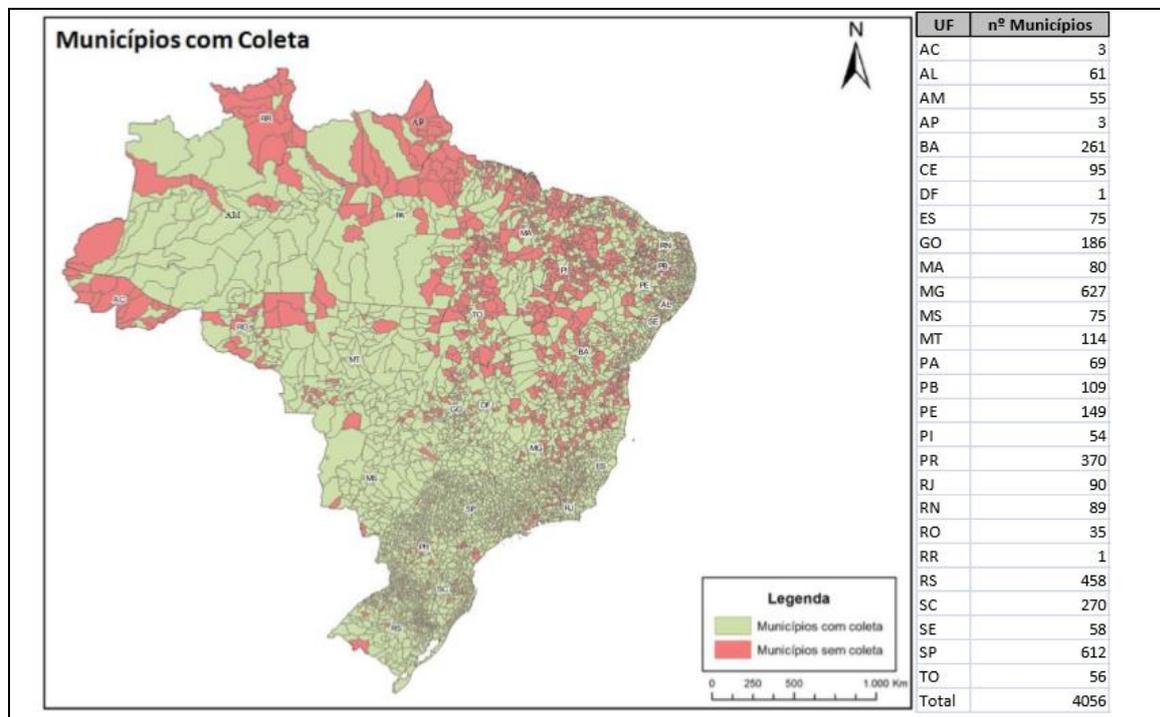


Figura 2: Municípios com coleta no Brasil.

Fonte:[4].

A figura 1 em conjunto com a figura 2 indicam que existe uma relação entre o número de estações coletoras no estado e o número de municípios atendidos pela coleta. Além do número de estações de coleta, a qualidade das estradas e facilidade de locomoção entre um município e outro afetam diretamente o nível de atendimento destas estações, sendo o estado do Amazonas o mais afetado por essas características visto que muitas de suas estradas não são asfaltadas e atravessam grandes partes da floresta amazônica.

Para se tornar um coletor de OLUK's, a agência nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis exige que seja realizado um cadastro onde devem ser entregues as seguintes documentações [4]:

- Habilitação e autorização para o exercício da atividade: POI nº 27
- Recadastramento: Procedimento nº 09 do Anexo IV da Resolução ANP nº 42/2011 (fls. 53-55)
- Autorização de construção (AC): Procedimento nº 09 do Anexo I da Resolução ANP nº 42/2011 (fls. 19-21)
- Requalificação de instalações: Procedimento nº 09 do Anexo IV da Resolução ANP nº 42/2011 (fls. 53-55)
- Autorização de operação (AO): Procedimento nº 09 do Anexo II da Resolução ANP nº 42/2011 (fls. 30-31)
- Resolução ANP nº 20/2009 – estabelece os requisitos necessários à autorização para o exercício da atividade de coleta de óleo lubrificante usado ou contaminado e a sua regulação. Revoga as portarias ANP nº 125 e nº 127 de 1999.

Além do requerido para cadastro o interessado em se tornar um coletor de OLUK deve cumprir uma série de premissas para comprovar sua qualificação jurídica e regularidade fiscal, tornando o processo extremamente burocrático, fato que pode ser uma das razões para o baixo

número de estações de coletas existentes no Brasil. Deve se notar também que segundo o artigo 7 da resolução Nº362, de 23 de junho de 2005 as seguintes responsabilidades com relação a coleta de OLUK são atribuídas aos importadores e produtores de óleos acabados:

*“Art. 7 Os produtores e importadores são obrigados a coletar todo óleo disponível ou garantir o custeio de toda a coleta de óleo lubrificante usado ou contaminado efetivamente realizada, na proporção do óleo que colocarem no mercado conforme metas progressivas intermediárias e finais a serem estabelecidas pelos Ministérios de Meio Ambiente e de Minas e Energia em ato normativo conjunto, mesmo que superado o percentual mínimo fixado.”*

Portanto muitas das empresas coletoras são na realidade divisões das próprias produtoras e importadoras de óleos lubrificantes acabados, e mesmo quando não possuem vínculo com os produtores e importadores ainda sim possuem suas operações custeadas por eles. Como existe um alto custo ligado a logística reversa dos OLUK e, invariavelmente, as produtoras e importadoras devem arcar com o mesmo, torna-se pouco rentável o interesse em aumentar o número de estações de coleta através da contratação de mais empresas terceirizadas, sendo mais cômodo manter uma operação centralizada e receber os valores provenientes da venda/errefino do óleo lubrificante usado ou contaminado.

A centralização das estações de coleta acaba se mostrando prejudicial ao processo de logística reversa como um todo, porém sendo a opção de menor custo para as empresas, acaba sendo o modelo mais adotado. Uma das alternativas encontrada pelos pesquisadores deste artigo para extinguir a prática de centralização das estações de coleta foi a subdivisão da meta criada pelo Ministério do Meio Ambiente em subcategorias que englobam não só quantidade de óleo coletado, como também abrangência da coleta em cada estado e número de municípios que não receberam coleta.

### III. CONCLUSÃO

A legislação brasileira referente a destinação de OLUC's é de extrema importância para garantir a diminuição do descarte impróprio deste resíduo extremamente perigoso ao meio ambiente e ser humano, porém nota-se que muitas vezes devido sua complexidade e outros fatores externos, o seu efeito acaba se tornando o contrário do desejado. É inegável que o Brasil aumentou significativamente a coleta de óleos usados e contaminados, porém ainda há muito a melhorar, especialmente nos locais mais remotos onde devido à falta de informação e de opções, o uso de OLUC's de maneiras nocivas ainda é muito comum. A logística reversa deve ter um papel fundamental para transpor os desafios ainda existentes no Brasil quanto ao descarte correto desse tipo de resíduo, podendo ser usada em futuras revisões da legislação para criar resoluções mais eficientes e simples. Além disso, pode-se notar uma contradição em relação à legislação atual e o plano de meta do país, dado que no Art. 1º da Resolução CONAMA 362/2005 está explícito que todo óleo contaminado deve ser recolhido, e recuperado, ao mesmo tempo que o plano de meta estipulado e fiscalizado pelos Ministérios de Meio Ambiente e de Minas e Energia propõem metas de coleta inferiores a 50%, reduzindo o incentivo a coleta.

### IV. REFERÊNCIAS

- [1] ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10.004. Resíduos Sólidos - classificação. Rio de Janeiro, 2004.
- [2] Canchumani, Giancarlo Alfonso Lovón. Óleos Lubrificantes Usados: um estudo de caso de avaliação de ciclo de vida do sistema de rerrefino no Brasil." COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro (2013).
- [3] Conselho Nacional do Meio Ambiente (2005), Resolução 362/2005, Regulamentação da Coleta, Transporte, Armazenamento e Destinação Adequada dos óleos lubrificantes usados e contaminados, disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res36205.xml> (Acesso em 20 de Outubro de 2017).
- [4] ANP – Agencia Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/?id=1086>. Acesso em: 20 de outubro de 2017.
- [5] Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Portaria Interministerial MME/MMA nº 59, de 17 de fevereiro de 2012. Estabelece os percentuais mínimos de coleta de óleos lubrificantes usados ou contaminados, para o período de 2012 a 2015.
- [6] Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Relatório: Coleta de óleo lubrificante usado ou contaminado – dados de 2013. Relatório para o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), conforme exigência do Artigo 9º da Resolução CONAMA nº 362/2005 que trata de Óleos Lubrificantes Usados e/ou Contaminados (OLUC).

[7] Rosa, Heron Flores da. (2008). Gestão da informação em mapeamento logístico de correspondências: um estudo de caso nos Correios do Rio Grande do Sul.

[8] Gomes, P. L.; Oliveira, V. B. P.; Nascimento, E. A. Aspectos e impactos no descarte de óleos lubrificantes: o caso das oficinas. In: IV Congresso Nacional de Excelência em Gestão ,4., Niterói, RJ, 2008. 15 p.

[9] Sohn , H., (Coord.) (2007), Guia Básico: Gerenciamento de Óleos Lubrificantes Usados ou Contaminados, Senai, São Paulo, SP.

[10] Para Reciclagem, Compromisso Empresarial. CEMPRE.(2013), Ficha técnica. PNEUS. Available in:<<http://www.cempre.org.br>, 2013>. Acesso em 20 de outubro de 2017.



## Proposal for the implementation of a transport management system in a Manaus conveyor

Kelly Moraes Nunes<sup>1</sup>, José Roberto Lira P. Júnior<sup>2</sup>, Luiz Felipe de Araújo Costa<sup>3</sup>, Mauro Cesar Aparício de Souza<sup>4</sup>, David Barbosa de Alencar<sup>5</sup>, Antonio Estanislau Sanches<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Centro Universitário FAMETRO – Manaus-AM.

<sup>5</sup> Instituto de Tecnologia Galileo da Amazônia ITEGAM– Manaus-AM.

<sup>6</sup> Universidade do Estado do Amazonas UEA – Manaus-AM.

Email: [kellymoraes0103@gmail.com](mailto:kellymoraes0103@gmail.com), [robertojunior72@gmail.com](mailto:robertojunior72@gmail.com), [luizfelipe\\_am@hotmail.com](mailto:luizfelipe_am@hotmail.com), [mcas1691@gmail.com](mailto:mcas1691@gmail.com), [david002870@hotmail.com](mailto:david002870@hotmail.com), [novo.sanches@gmail.com](mailto:novo.sanches@gmail.com)

### ABSTRACT

One of the great challenges for the managements of the present time is to obtain a way of management that provides agility and quality to its procedures, and it was due to these challenges that the idea of this study started. The main objective of the study was to propose the implementation of a transportation management system in a carrier in Manaus, with the purpose of computerizing, optimizing, streamlining, organizing and improving the procedures for the distribution of goods, as well as the formation of company and thus ensure that all transportation and distribution logistics achieve the efficiency and effectiveness demanded by the carrier market of the city of Manaus, since information technology is an important tool to remain competitive in the market. The methodological process used for the study of this study was divided into bibliographical research and field research, in which the research approach was characterized as qualitative, because the study was based on a subjective nature, using written narratives, open questionnaires and closed and etc. The nature is research was classified as applied since the research sought to generate knowledge for practical application in the shipping company. The results obtained were presented in the proposed solution of the study, with the purpose of presenting the problems, actions and all the elaborated idea to solve the problems in the company. In this way, it was evident that it is inherent to an organization to invest in technology, in order to obtain quality, agility and efficiency in its processes and to guarantee better competitiveness in front of its competitors.

**Keywords:** System; Management; Technology; Transport; Distribution;

## Proposta de implantação de um sistema de gestão de transportes em uma transportadora de Manaus

### RESUMO

Um dos amplos desafios para as gerências da atualidade é conseguir uma maneira de gestão que proporcione agilidade e qualidade aos seus procedimentos, e foi em função desses desafios que partiu a ideia desse estudo. O estudo teve como objetivo principal propor a implantação de um sistema de gestão de transporte em uma transportadora de Manaus, com o propósito de informatizar, otimizar, agilizar, organizar e melhorar os procedimentos de distribuição de mercadorias, bem como a formação de rotas da empresa, e assim garantir que toda logística de transporte e distribuição alcançasse a eficiência e eficácia exigidas pelo mercado de transportadoras da cidade de Manaus, visto que a tecnologia da informação é uma ferramenta importantíssima para manter-se competitivo no mercado. O processo metodológico utilizado para o desenvolvimento deste estudo dividiu-se em pesquisa bibliográfica e pesquisa de campo, na qual, a abordagem da pesquisa caracterizou-se como qualitativa, porque o estudo baseou-se em caráter subjetivo, utilizando narrativas escritas, questionários abertos e fechados e etc. A natureza da pesquisa classificou-se como aplicada uma vez que a pesquisa buscou gerar conhecimento para aplicação prática na transportadora. Os resultados obtidos foram Na transportadora. Os resultados obtidos foram apresentados na proposta de solução do estudo, com a finalidade de apresentar os problemas, as ações e toda a ideia elaborada para solução dos problemas na empresa. Dessa forma, evidenciou-se que é inerente a uma organização investir em tecnologia, a fim de se obter qualidade, agilidade e eficiência nos seus processos e garantir melhor competitividade frente aos seus concorrentes.

**Palavras-Chave:** Sistema; Gestão; Tecnologia; Transporte; Distribuição;

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM).

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



## I. INTRODUÇÃO

O atual momento empresarial está passando por constantes mudanças devido ao seu intenso crescimento a nível global, essas mudanças fazem com que as empresas busquem meios para facilitar o gerenciamento das suas atividades, com o intuito de aumentar a eficiência, obter controle, conseguir informações concretas e rápidas que auxiliam na tomada de decisões e conseqüentemente elevar o nível de serviço. Com a presença da tecnologia avançando no planeta e a competitividade do mercado aumentando exponencialmente, tornou-se necessário a implantação de novos processos a fim de se obter maior qualidade dos serviços oferecidos. Dessa forma, numa empresa de transportes não seria diferente, visto que o gerenciamento dos processos que envolvem de transporte e distribuição é de grande importância, já que o que importa para o cliente é ter seu produto no momento exato, em boas condições e a um preço acessível.

São vários os processos que estão associados a distribuição e ao transporte, exigindo que a gestão de atividades logísticas em transportadoras tenha um rígido controle ponto a ponto, evitando a ocorrência de desvios ou atrasos, além de outros tipos de problemas comuns ao transporte de cargas. Sendo assim, pode-se afirmar que sempre que a logística é gerenciada de forma eficaz, a transportadora consegue melhores resultados, ganhando em competitividade.

Portanto o estudo tem por objetivo geral propor a implantação de um sistema de gestão de transporte em uma transportadora da cidade de Manaus, com o intuito de informatizar, agilizar e melhorar as atividades de distribuição e transporte da mesma. A pesquisa vem ainda buscar novas tecnologias para gerenciamento e controle da logística para uma empresa moderna.

Justifica-se a escolha da temática por se tratar de um tema bastante relevante para o ramo empresarial, educacional e social. Empresarial porque outras empresas podem se inspirar na ideia proposta, educacional porque o trabalho pode ajudar outros estudantes que tenham interesse em assuntos voltados para este tema de gestão de transportes e distribuição e social porque a sociedade como um todo se beneficia com as melhorias do serviço oferecido.

## II. LOGÍSTICA

A logística pode ser conceituada de várias maneiras, entre elas há o conceito de que foi desenvolvida nas forças armadas, com o propósito de comandar o planejamento, o desenvolvimento e a obtenção de recursos como armas, munição, remédios e alimentos durante as guerras.

De acordo com [1], retrata através dos seus estudos que, por volta de 1670 o exército Francês adotou uma nova estrutura organizacional comandada por um Marechal General de Logis, que passou a ser responsável pelo planejamento, transporte, armazenamento e abastecimento das tropas.

No entanto [2], afirma em seus estudos que, “a logística é oriunda do radical grego logos, ou seja, pode-se entender que a logística implica na arte de calcular ou manipular os detalhes de uma operação”. Para [2], afirma ainda que há muitas contradições para sua conceituação, porém a logística foi muito utilizada no campo militar, principalmente na Segunda Guerra

Mundial, e a partir daí encontrou outros caminhos e dimensões aplicados às empresas.

Segundo [3], a logística inclui todas as atividades importantes para a disponibilização de bens e serviços aos consumidores quando e onde estes quiserem adquiri-los. Essas atividades incluem planejamento, transporte, armazenagem e etc.

O *Council of Supply Chain Management Professionals*, definiu a logística da seguinte forma:

Logística é o processo de planejar, executar e controlar o fluxo e armazenagem de forma eficaz e eficiente em termos de tempo, qualidade e custos, de matérias-primas, materiais em elaboração e produtos acabados e serviços, cobrindo desde o ponto de fabricação até o ponto de consumo, com o foco de atender aos requisitos do consumidor final [4].

Assim sendo, a logística envolve a conexão de informações, condução, acervo, armazenamento, manejo de materiais e transporte de mercadorias desde a produção até o consumidor final. As empresas precisam estar constantemente voltadas para seus clientes, procurando subsídios, conhecimentos, produtos e serviços modernos, investindo em tecnologia e processos bem-sucedidos.

### II.1 A IMPORTÂNCIA DA LOGÍSTICA NAS EMPRESAS

Segundo [5], “a logística faz parte das disciplinas que operam na administração das organizações, ela inclui todos os processos de movimentação de produtos e integração das informações dentro de uma cadeia de abastecimento”. Ou seja, é muitíssimo importante que as empresas estejam amplamente informadas para atender as exigências dos seus clientes e assim obter seu espaço no mercado, oferecendo sempre produtos e serviços de qualidade, obedecendo seus prazos, e claro aumentando seus lucros.

Conforme [3], a logística empresarial é utilizada para resolução dos problemas, buscando o melhor planejamento e aprimorando as atividades que são desempenhadas, visando o lucro. Isto é, a logística empresarial nasce para satisfazer o cliente e conseqüentemente para atingir o sucesso da empresa.

[...] a logística empresarial busca um meio para que a administração possa desempenhar melhor o nível de lucratividade nos serviços de distribuição e transporte aos consumidores, através do planejamento, organização e controle efetivos dos procedimentos de movimentação e armazenagem que visam facilitar o escoamento de produtos [3].

É importante salientar que a logística procura sempre otimizar os fluxos de informações e materiais desde o momento da aquisição até o destino final, visando proporcionar os melhores níveis de serviço, adequando-se as necessidades dos clientes e/ou fornecedores e com um custo competitivo. Existem muitas atividades logísticas importantes para alcançar os objetivos acima, tais atividades podem ser identificadas como primárias e de apoio, as atividades primárias são aquelas que concentram uma importância inicial para alcançar os objetivos logísticos, como o transporte, a manutenção de estoques e o processamento de pedidos, as atividades de apoio são todas aquelas que auxiliam as atividades primárias como: armazenagem, manuseio de materiais, embalagem, obtenção/suprimento e programação de produtos.

## II.2 LOGÍSTICA DE TRANSPORTES

A logística de transportes é uma área da logística que consiste em escolher o melhor modal de transporte, para conduzir a maior quantidade de mercadorias possível, ao menor custo e ao menor tempo. O transporte é uma das principais atividades logísticas, pois além de concentrar grande parte dos custos logísticos dentro das empresas, tem papel fundamental na execução de diversas dimensões do Serviço ao Cliente. O custo com transporte dentro das organizações chega a representar em média, cerca de 60% das despesas logísticas, sendo assim manter o setor de transporte gerenciado de maneira adequada é crucial para que os custos se mantenham baixos.

De acordo com [6] “a escolha do meio de transporte mais adequado para transportar o produto ao seu destino final, torna-se o escopo da logística quando a busca é combinar as necessidades das empresas com as dos consumidores”. Isso quer dizer que não basta simplesmente escolher o modal de transporte, tem que avaliar se o mesmo atende as necessidades do cliente e se é gera vantagem competitiva a empresa. Pois os interesses da empresa e dos clientes devem está conciliados de forma que ambos lucrem.

Para [7], não há como determinar de maneira genérica a escolha do melhor modal, entretanto, deve-se identificar, dentre os aspectos de cada um, os fatores críticos de sucesso. Pode-se dizer que a escolha ideal do melhor modal depende unicamente das condições e necessidades específicas sobre aquilo que será distribuído, o ritmo de distribuição e o custo logístico.

O transporte e a distribuição estão interligados, pois o transporte de cargas é um dos elementos principais do sistema de distribuição, ou seja, é um dos fatores mais importantes na comercialização de bens e produtos, por isso se não avaliados corretamente, podem representar perdas consideráveis e ainda reduzir a lucratividade do produto.

Embora o avanço das tecnologias proporcione a troca de informações rapidamente, o transporte e a distribuição continuam sendo imprescindível para que o objetivo logístico seja alcançado, que é disponibilizar um produto de qualidade, na quantidade certa, na hora certa, no lugar certo com o menor custo possível.

## II.3 DISTRIBUIÇÃO FÍSICA

A distribuição física é uma das principais operações da logística, pois é responsável pelos processos que permitem transferir os produtos desde os locais de fabricação até o consumidor final. Segundo [8], “produtos e materiais são movimentados ao longo da cadeia de abastecimento”. Ou seja, os materiais são transportados para as indústrias para serem transformados em produtos; na sequência, saem dos fornecedores para os Cd’s e por último vão para os clientes, isso dependendo do processo utilizado pela organização.

Para [9] defende que “a distribuição física, antecedida pelas etapas da logística de abastecimento e da logística interna, é a última etapa do processo da logística, envolvendo o sistema de distribuição, transportes e estoque”.

Complementando esse pensamento [10] afirma que, “a distribuição física é o ramo da logística empresarial que trata da movimentação, estocagem e processamento de pedidos dos produtos finais de uma empresa”. Sendo assim pode-se perceber

que o processo de distribuição envolve muito mais que somente a entrega do produto, mas sim outras atividades que devem ser gerenciadas de forma eficiente para não haver transtornos futuros para empresa e nem para o cliente final.

Para realizar a distribuição física [11], destaca alguns atributos necessários, tais atributos podem ser identificados como: Tipo de distribuição; Tipo de modal a ser utilizado; Tipos de veículos de cada categoria; Utilização de *transit points*, cd’s, armazéns; Distância do mercado; Características da carga: perecibilidade, fragilidade, periculosidade; Risco de operação; Tempo de atendimento entre pedido e entrega.

## II.4 ROTEIRIZAÇÃO

A roteirização é o processo que tem por objetivo buscar os melhores trajetos que um veículo deve realizar por intermédio de uma malha, visando minimizar o tempo e a distância percorrida entre os pontos de origem e entrega.

Conforme [10], A roteirização é o método escolhido para construir suas rotas, sendo assim terá que ser levado em consideração à distância a ser percorrida, o tempo que será utilizado para realizar à sua entrega, a capacidade do veículo, as condições da via, velocidade e o tempo médio de entrega (carga e descarga).

Trabalhar na decisão de rotas não significa trabalhar somente com o transporte, mas sim com todos os processos que envolvem a roteirização, como: a extensão do tempo em que o produto está em trânsito já que isso tem influência sobre o estoque, o número de embarques que um veículo pode executar em um determinado período de tempo e por fim a escolha das rotas, visando sempre melhorar o nível de serviço ofertado ao cliente.

Dentro da logística o procedimento de roteirização transformou-se em uma ferramenta estratégica para obter uma melhoria contínua do serviço de entrega, porque tal serviço deve ser realizado com agilidade, qualidade e em tempo oportuno, conquistando assim a confiabilidade de seus clientes. Através desse processo é possível agregar valor ao produto ou serviço, adquirindo a fidelização dos clientes em relação ao serviço prestado.

## III. SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Com o avanço da tecnologia nas últimas décadas houve uma grande mudança e desenvolvimento tanto na sociedade quanto nas organizações, pois a era da informação trouxe muitos benefícios para ambos. Os sistemas de informação são um excelente recurso para as empresas pois permitem uma integração perfeita no fluxo das informações.

Para [12] Um sistema de informação (SI) pode ser definido tecnicamente como um conjunto de componentes inter-relacionados que coletam (ou recuperam), processam, armazenam e distribuem informações destinadas a apoiar a tomada de decisões, a coordenação e o controle de uma organização.

As empresas estão sempre buscando melhoria contínua nos produtos e nos serviços oferecidos, além de estarem sempre focadas na redução de custos e satisfação dos clientes. Esses sistemas auxiliam na tomada de decisões, administração, controle, análise de problemas, criação de novos produtos,

serviços e assuntos complexos.

Nesse contexto a tecnologia da informação vem se expandindo de forma significativa para as organizações, garantindo o bom desempenho e a eficiência do fluxo de informações. De acordo com [13], os sistemas de informação são essenciais para que as empresas operem e sobrevivam no mercado competitivo. Essas empresas necessitam dos sistemas principalmente para otimizar processos, agilizar tarefas, resolver problemas, reduzir despesas e etc.

### III.1 TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO APLICADA A LOGÍSTICA

Para compreender a importância da Tecnologia da Informação (TI) na logística é preciso primeiramente entender a necessidade que esta área tem em manter seus setores integrados, para que as informações cheguem de forma rápida e precisa. Segundo [14] afirma que, “as tecnologias de informação vêm tentar otimizar o fluxo de informações, que é um elemento de grande importância nas operações logísticas”, ou seja, para que um processo esteja devidamente integrado é indispensável que haja um sistema de informação unindo os integrantes.

O uso da TI proporciona inúmeras vantagens as empresas, permitindo que as mesmas se diferenciem no mercado em que atuam e no contexto de concorrência em que estão inseridas.

É importante lembrar que é preciso ser cauteloso na hora da aquisição de tais sistemas, pois os mesmos precisam de todo um processo de pesquisa e implementação. Dentre os principais sistemas utilizados nas empresas está o Sistema de Gestão de Transporte (TMS).

#### III.1.1 TRANSPORTATION MANAGEMENT SYSTEM -TMS

As operações de transporte representam grande impacto financeiro nas empresas, estimando-se que 60% dos custos logísticos estejam localizados somente neste processo. Por isso surgiu a necessidade da criação de um sistema de informação que também gerenciasse o setor de transporte dentro das organizações, e foi partindo desta necessidade que surgiu o *Transportation Management System (TMS)*.

Segundo [15], o sistema TMS (*Transportation Management Sytem*) é usado pelas empresas de transporte para auxiliar no planejamento, execução, monitoramento e controle das tarefas relacionadas a consolidação de carga, expedição, emissão de documentos, entregas e coletas de produtos, planejamento de rotas, auditorias de fretes, entre outras atividades.

## III.2 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

O conceito de qualidade é bastante antigo, havendo uma evolução ao longo do tempo, no início a qualidade tratava somente de inspeção, em outro momento buscava-se conseguir um controle estatístico da qualidade e agora na atual, a qualidade tem se preocupado com os processos, produtos e serviços, visando alcançar uma melhor qualidade exigida pelas empresas e clientes. O mercado altamente competitivo faz com que as organizações trabalhem incessantemente por uma melhoria contínua e um maior controle dos seus processos, descobrindo as falhas que atrapalham o processo e eliminando-as.

Dessa forma as ferramentas da qualidade são ótimas alternativas para auxiliar na identificação e solução de problemas ocorridos nos processos.

As ferramentas utilizadas nesse estudo foram: Brainstorming, Matriz GUT, Diagrama de Causa e Efeito (Ishikawa) e 5W2H.

## IV. APLICAÇÃO DO ESTUDO

### IV.1 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

Após a realização do *brainstorming* foi possível identificar os principais problemas da empresa, que são: a não consideração da diversidade da frota de veículos (mesmo tipo, porém com capacidade, custo e velocidade diferentes); ou seja, a empresa não possui um controle adequado na hora de carregar os veículos havendo grande impasse entre a capacidade, o custo e a velocidade de cada veículo. A não consideração de heterogeneidade dos produtos a serem transportados, onde não são levados em consideração os tipos de produtos, que por sua vez, acabam sendo misturados, tornando-se difícil e demorada a conferência da carga junto ao cliente, e por fim os atrasos nas entregas que ocorrem com frequência, o que tem causado inúmeras reclamações ao serviço prestado.

Os impactos gerados por esses problemas são muitos, que vão desde os custos gerados com manutenção e combustível em função de um veículo utilizado de forma inadequada ou de uma descarga que demorou mais que o necessário por conta de atraso nas rotas ou má arrumação das mercadorias, que é o que tem acontecido atualmente na empresa, uma carreta tem demorado cerca de 4 horas ou mais pra descarregar no cliente, sendo que em média uma carreta pode ser descarregada em 2 horas ou menos, esses problemas impactam diretamente a satisfação do cliente que é afetada por um serviço prestado de forma inadequada.

Foi utilizada a matriz GUT para que pudesse ser detectada a priorização de cada problema citado acima e, em seguida montou-se o Diagrama de Ishikawa que auxiliou na análise das causas do principal problema.

Tabela 1: Matriz GUT realizada na empresa.

PROBLEMAS	G	U	T	GUT
	Gravidade	Urgência	Tendência	
Não consideração da capacidade das frotas	3	3	1	9
Não consideração da heterogeneidade dos produtos	3	4	2	24
<b>Atraso nas entregas</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>100</b>

Fonte: Autores, (2018).

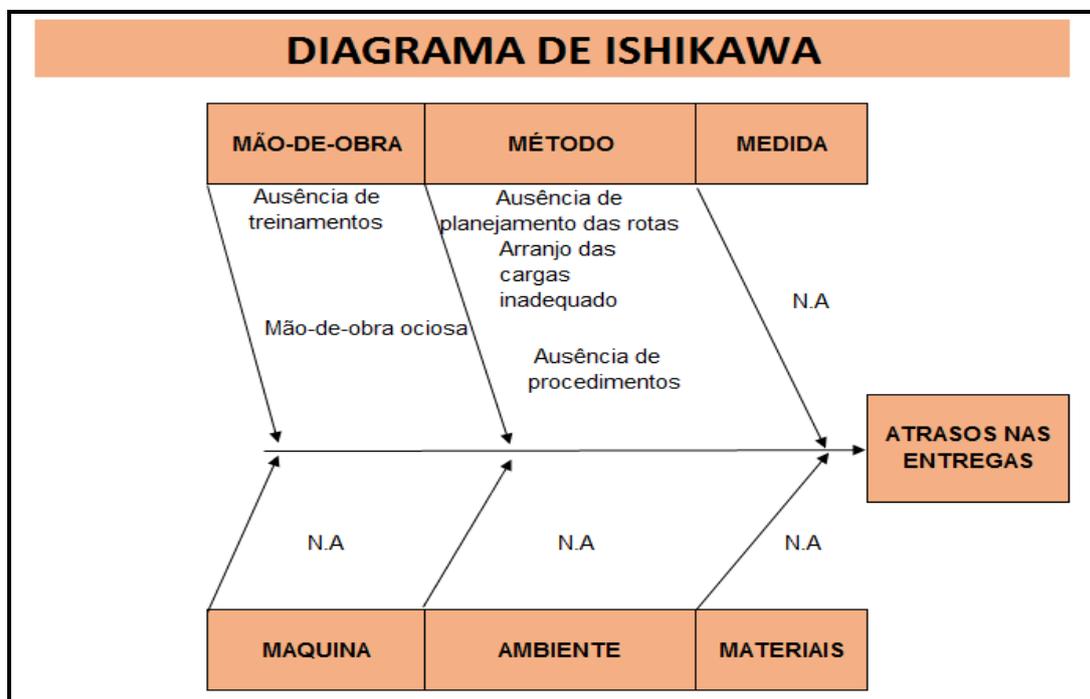


Figura 3: Diagrama de Causa e Efeito aplicado á empresa.

Fonte: Autores, (2018).

Para compreensão do fenômeno em estudo, foram adotados os seguintes procedimentos: estudo de caso, pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, observação in loco, Reunião com os colaboradores (Brainstorming) ligados ao setor de transporte para identificação dos problemas, análise dos problemas através da matriz GUT (gravidade, urgência e tendência) e do Diagrama de Ishikawa, coleta de campo realizada através de questionário com perguntas abertas e fechadas direcionadas ao gerente operacional da empresa.

Para a elaboração do plano de ação foi utilizada a ferramenta 5W2H com o intuito de esclarecer o mais objetivamente possível a proposta de solução elaborada.

#### V. RESULTADO E PROPOSTA DE MELHORIA- PLANO DE AÇÃO.

Diante do diagnóstico realizado através da reunião com os colaboradores (*brainstorming*), foi constatado que na empresa existem problemas principalmente de falta de controle

e organização das janelas de tempo, o que tem causado grandes atrasos nas entregas, além de falta de consideração da diversidade da frota de veículos, e falta de consideração de heterogeneidade dos produtos, causando a empresa um mau funcionamento do serviço prestado. Foi utilizada a matriz GUT para determinar a priorização dos problemas detectados e posteriormente o diagrama de causa e efeito (Ishikawa) para melhor visualização dos problemas, determinando suas causas e efeito.

A partir desta análise inicial foi realizada uma verificação dos processos que envolvem as rotas de distribuição e carga e descarga. Atualmente o processo de formação de rotas de distribuição é feita manualmente, sendo controlada apenas com o uso de planilhas no excel.

Dessa forma a proposta de solução elaborada foi a implantação de um sistema de gestão de transporte, no qual seria responsável por gerenciar todas as atividades que envolvem o transporte e a distribuição, desde o carregamento até o transporte em si. Visto que informatizar atividades traria grandes benefícios a organização.

Tabela 2: Método de controle utilizado pela empresa atualmente.

ACOMPANHAMENTO DE ENTREGAS MANAUS														
CT-e	REMETENTE	DESTINATÁRIO	Agendada /Direta	Chegada no cliente	Início Descarga	Término Descarga	CT Retido	Qtd de pallets	Cliente exige palletizado?	Equipe	Valor Descarga	Frota	MOT./CONF./MANISF.	Ocorrências

Fonte: Autores, (2018).

Encontrou-se no mercado de sistemas de gestão de transporte (TMS), três softwares que se adequam a necessidade e ao porte da empresa, vale destacar que o que os diferem são os custos de implantação e a flexibilidade que os mesmos possuem. O primeiro software encontrado foi o GESTRAN no qual empresa é especializada exclusivamente em desenvolvimento de sistemas de gestão para o setor de transporte e logística, a empresa tem se destacado nesse segmento por disponibilizar uma política comercial flexível, pois possibilita customizar os módulos de acordo com as necessidades de cada empresa. Dessa forma, consegue atender desde as pequenas, até as grandes transportadoras, tanto de atuação nacional, quanto internacional. De acordo com orçamento solicitado a empresa o custo de implantação desse sistema em uma empresa de médio porte gira em torno de 5 mil reais, com a consultoria e o treinamento dos usuários inclusa neste valor, e a mensalidade ficaria em torno de 600 a 700 reais, lembrando que a mensalidade varia de acordo com a necessidade da empresa.

O segundo sistema encontrado foi o SASCAR, este sistema já atua há 18 anos no mercado, e tornou-se uma referência no ramo de transportes, pois opera com transparência e eficiência. O sistema SASCAR engloba funções como gestão de manutenção das frotas, controle de custos, monitoramento e

rastreamento de veículos, conforme o levantamento realizado o custo para implantar este sistema é de uma taxa inicial de 200 reais e mensalidade de 206 reais que pode variar conforme o porte e necessidade da empresa.

O terceiro sistema analisado foi o TECNOVIA, o mesmo possui mais de 20 anos de atuação no mercado, e acumula inúmeros casos de sucesso na aplicação de suas soluções. O sistema TECNOVIA tem o objetivo de suprir os segmentos de Transportes e Logística com Sistemas amplos e eficazes, dispondo do que há de mais avançado no mercado em termos de Tecnologia da Informação, disponibilizando ao usuário processos automatizados, integração das informações, suas principais funcionalidades são: emissão de CTE'S e NF'S, gestão dos custos, coleta, entrega, transferências, entre muitas outras. Um dos diferenciais deste sistema é a possibilidade de tratar altos volumes de transações utilizando o mínimo de recursos, outro diferencial é a pesagem e cubagem automatizadas no qual agiliza o processo de carregamento do veículo. O custo para implantar esse sistema hoje é de aproximadamente 16 mil reais e a sua mensalidade gira em torno de 900 reais podendo alterar-se esse valor conforme as particularidades da empresa. Abaixo segue o plano de ação elaborado através da ferramenta 5W2H.

Tabela 3: Plano de ação 5W2H.

<b>PLANO DE AÇÃO - 5W2H</b>		
<b>5W</b>	<b>O QUE SERÁ FEITO?</b>	IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA GESTRAN NA EMPRESA
	<b>PORQUE SERÁ FEITO?</b>	PARA MELHORAR A LOGÍSTICA DE TRANSPORTE E DISTRIBUIÇÃO DA EMPRESA
	<b>ONDE SERÁ FEITO?</b>	SETOR DE ENTREGAS E COLETAS
	<b>QUANDO SERÁ FEITO?</b>	JAN/19
	<b>POR QUEM SERÁ FEITO?</b>	POR UMA EMPRESA TERCEIRIZADA (GESTRAN)
<b>2H</b>	<b>COMO SERÁ FEITO?</b>	ATRAVÉS DE UMA EQUIPE ESPECIALIZADA E COMPETENTE
	<b>QUANTO CUSTARÁ?</b>	R\$5.700 (IMPLANTAÇÃO+MENSALIDADE)

Fonte: Autores, (2018).

Depois de ter analisado todos os sistemas acima, escolheu-se o sistema GESTRAN para ser proposto á empresa, pois o mesmo foi o mais completo e o mais flexível para se adequar a empresa, visto que a empresa é de médio porte e não tem como arcar com altos custos.

O sistema GESTRAN engloba todas as funções necessárias para otimizar o processo, manter a segurança da carga a ser transportada, reduzir os custos de operações, organizar e controlar as janelas de tempo, além de possibilitar uma flexibilidade a empresa que decide implantá-lo.

É um sistema que possibilita análises rápidas e claras em relação ao emprego dos recursos existentes durante o processo de distribuição. Dispõe de um ambiente amigável e intuitivo, dispondo-se de uma gama de recursos gráficos que incluem os mapas detalhados da região de atuação e das facilidades operacionais do ambiente Windows. Permite aos usuários a visualização das estratégias adotadas e integra-se facilmente ao sistema corporativo. Sua aplicabilidade se dá planejamento adequado de processos, criação de rotas de entrega e simulação de modelos de distribuição física. Inclui ainda uma

lista de cidades disponíveis sob consultas e conexão com sistema GPS.

## VI. CONCLUSÕES

O crescimento constante do mercado de transportadoras tem levado as empresas ao fracionamento das cargas que serão transportadas. Aliando-se a isso, o mercado tem provocado exigências maiores no que diz respeito à qualidade dos serviços e horários e agendamentos, e para isso as organizações necessitam implantar sistemas voltados à otimização de sua logística, reduzindo consideravelmente seus custos e ampliando sua competitividade em um mercado cada vez mais competitivo.

Atualmente, muito se aborda a respeito dos sistemas de gestão de transportes e dos benefícios que eles podem trazer para as transportadoras e seus clientes, com a busca incansável pela melhoria do desempenho operacional, a tecnologia da informação surgiu como uma ferramenta satisfatória para a melhoria do dos processos dentro das organizações. E com os sistemas de gestão de transporte (TMS) não é diferente, é através

desses sistemas que são determinados os pontos de atendimento, a definição dos roteiros a serem seguidos por cada veículo; a capacidade total de veículos e motoristas, as distâncias a serem percorridas e o tempo total das entregas, entre outras atividades que estes sistemas poderem gerenciar.

O estudo buscou propor a implantação de um sistema de gestão de transporte em uma transportadora na cidade de Manaus, com a finalidade de informatizar, agilizar e otimizar os processos de transporte e distribuição, procurando no mercado as melhores empresas especializadas neste tipo de sistema.

Dessa forma a empresa utilizada como objeto de estudo está ciente sobre a importância da tecnologia para melhorar seus processos, diferenciar seus serviços, se destacar no mercado e reduzir seus custos. Assim conclui-se que a implantação de um sistema de gestão de transportes é um alicerce importantíssimo para o sucesso de transportadoras de médio porte como a que foi utilizada para elaborar este estudo, apoiando o desempenho das atividades de transporte e distribuição como também auxiliando no atendimento aos padrões de desempenho que formam a excelência procurada pelos clientes atualmente.

## VII. REFERÊNCIAS

[1] Chiavenato, Idalberto. **Administração de Materiais**. 11ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

[2] Hara, Celso Minoru. **Logística: Armazenagem e distribuição**. 1ed. São Paulo: Alínea, 2005

[3] Ballou, R. H. **Logística Empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

[4] Council of Supply Chain Management Professionals – **CSCMP**. 2010. Disponível em: <<http://cscmp.org/>>. Acesso em : 18 mar.2018

[5] Bowersox, D. J; Closs, D. J. **Logística empresarial: O processo de integração da cadeia de suprimento**. tradução Equipe do Centro de Estudos em Logística, São Paulo: Atlas, 2008.

[6] Ballou, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**/Ronald H. Ballou; tradução Raul Rubenich. - 5. ed. - Porto Alegre: Bookman, 2006.

[7] Vieira, Guilherme Bergamann Borges. **Transporte Internacional de cargas**. 2. ed. São Paulo: Aduaneiras, 2002.

[8] Bertaglia, Paulo Roberto. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Abastecimento**. São Paulo: Saraiva, 2003

[9] Pires, S. R. I. **Gestão da cadeia de suprimentos: conceitos, estratégias, práticas e casos** 2ed. São Paulo: Atlas, 2011.

[10] Novaes, A. G. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

[11] Caxito, Fabiano. **Logística: um enfoque prático**. 2.ed. São Paulo: Saraiva, 2014

[12] Laudon, K.; Laudon, J. **Sistemas de Informação Gerenciais**. 1ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

[13] Nogueira, Amarildo de Souza. **Logística empresarial: uma visão com pensamento globalizado**. São Paulo: Atlas, 2012

[14] Fleury, P. F, Wanke, Figueiredo, K. F. **Logística empresarial: a perspectiva bras**. Coleção COPPEAD: Centro de estudos logísticos. São Paulo: Atlas, 2000.

[15] Couto, Leandro. **A Importância do TMS para a Operação Logística**. 2009. Disponível em:<<http://www.administradores.com.br/artigos/negocios/a-importancia-do-tms-para-a-operacao-logistica/34340/>>. Acesso em 17 mai.2018.



## Case study on the application of quality tools in service level Management

Pedro Vieira Souza Santos<sup>1</sup>, Thamires Camila Tavares de Oliveira<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF) – PETROLINA – PE.

Email: [pedrovieirass@hotmail.com](mailto:pedrovieirass@hotmail.com), [thamirescamila@hotmail.com](mailto:thamirescamila@hotmail.com)

### ABSTRACT

**Received:** January 07<sup>th</sup>, 2019

**Accepted:** February 20<sup>th</sup>, 2019

**Published:** March 31<sup>th</sup>, 2019

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM).

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Proper management associated with the integration of an organization's areas should be performed with the use of managerial tools that enable more responsible decision making. Therefore, as stated in the literature, the level of service is considered, considered one of the alternatives for the differentiation and guarantee of the competitive advantage of the companies. Thus, this article aimed to analyze the contributions made by the integrated management of quality tools in the logistics sector of distribution of a beverage resale, exposed by the results of the main management indicators linked to the sector. Therefore, it was verified that from the application and integration of the quality tools, it is possible to obtain optimized results regarding the distribution logistics indicators, considering the exposure of the constraints given by stratified KPIs.

**Keywords:** Quality Management, Service Level, Logistics.

### Estudo de caso sobre a aplicação de ferramentas da qualidade na gestão do nível de serviço

#### RESUMO

O gerenciamento adequado associado com a integração das áreas de uma organização devem ser executados com o uso de ferramentas gerenciais que permitam a tomada de decisão mais responsável. Diante disso, conforme exposto pela literatura, enquadra-se o nível de serviço, considerada uma das alternativas para a diferenciação e garantia da vantagem competitiva das empresas. Assim, o presente artigo objetivou analisar as contribuições dadas pelo gerenciamento integrado das ferramentas da qualidade no setor de logística de distribuição de uma revenda de bebidas, expostas pelos resultados dos principais indicadores de gestão atrelados ao setor. Logo, constatou-se que a partir da aplicação e integração das ferramentas da qualidade, pode-se obter resultados otimizados quanto aos indicadores de logística de distribuição, tendo em vista a exposição dos limitantes dada pelos KPIs estratificados.

**Palavras-Chave:** Gestão da Qualidade, Nível de Serviço, Logística.

#### I. INTRODUÇÃO

Tendo em vista a importância das atividades logísticas no mercado observada ultimamente, fomentada pelo fato de as organizações terem notado e atribuído maior valor aos serviços logísticos devido a representatividade deste setor para os clientes, estudar e otimizar este se faz imprescindível para aumento da competitividade empresarial. Segundo [1] o serviço logístico é compreendido como o grupo de atividades que são executadas para atender às necessidades de clientes

cada vez mais exigentes. Para o autor, por meio desta atividade, as empresas procuram se diferenciar dos concorrentes, e, para isto, buscam executar entregas sem erros.

Nesse sentido, tratando-se da geração de vantagem competitiva almejada pelas organizações atuais, o chamado nível do serviço logístico ofertado aos clientes pode atuar como agente facilitador neste processo. O termo nível de serviço foi conceituado por [2] como:

O nível de serviço logístico é a qualidade com que o fluxo de bens e serviços é gerenciado. É o resultado líquido de todos os esforços logísticos da firma. É o desempenho

oferecido pelos fornecedores aos seus clientes no atendimento dos pedidos. O nível de serviço logístico é fator-chave do conjunto de valores logísticos que as empresas oferecem a seus clientes para assegurar sua fidelidade [2].

Entende-se então, que a oferta ao cliente de níveis ideias de serviço logístico é uma questão de cunho estratégico e que deve ser levada em consideração, pois é reflete diretamente na manutenção dos clientes ativos e induz a conquista de outros novos [3].

Logo, para [4], ao apresentar desempenho eficiente em relação a disponibilidade de estoque e também de velocidade e consistência da entrega executada, as organizações com a logística moderna passam a ser consideradas fornecedores preferenciais e parceiros ideais. Segundo [5] as empresas que atuam em busca do sucesso competitivo devem priorizar o gerenciamento de processos que fornecem valor real ao cliente, pois esta é vista como fator-chave para o sucesso diante do mercado.

Neste contexto, a satisfação do consumidor tem relação íntima com a qualidade dos serviços prestados pela empresa, sendo uma condição para a garantia da sustentabilidade da política de fortalecimento da vantagem competitiva. Para [6], a “[...] qualidade é a consistente conformidade com as expectativas dos consumidores”.

Logo, conforme expressa [7], para atingir a eficiência da atividade logística integrada à gestão local “é necessário não somente melhorar a gestão do ambiente externo através do estreitamento com fornecedores e distribuidores, mas também uma mudança no comportamento gerencial interno, fazendo com que toda empresa compreenda o mecanismo logístico pretendido.

Assim, para [8] as ferramentas direcionadas para gestão da qualidade nas organizações, são métodos do tipo práticos, sendo mecanismos viáveis na aplicação para com tarefas específicas. Entre suas funcionalidades, elas são aplicadas para facilitar melhorias e mudanças positivas nas empresas em que são utilizadas.

Portando, diante do exposto, o presente artigo objetiva analisar as contribuições dadas pelo gerenciamento integrado das ferramentas da qualidade no setor de logística de distribuição de uma revenda de bebidas, expostas pelos resultados dos principais indicadores de gestão atrelados ao setor.

## II. ABORDAGEM TEÓRICA

### II.1 GESTÃO EMPRESARIAL

O emprego da palavra Gestão tem se expandido, sendo utilizada como sinônimo da Administração. Com a revisão da literatura, há autores que afirmam distinções entre os termos, apontando a Administração como uma das funções técnicas nas operações das empresas. Já a palavra Gestão é dominada também por outros profissionais, como psicólogos e sociólogos, reunindo conhecimentos de áreas distintas [9-11].

De acordo com [12], a administração é o meio que as organizações são levadas para executar suas atividades e operações com excelência, com a transformação dos recursos disponíveis em uma empresa se alcança o êxito nos resultados. “A tarefa da Administração consiste em interpretar os objetivos propostos pela organização e traduzi-los em ação empresarial por meio de planejamento, organização, direção e controle de

todos os esforços realizados em todas as áreas e em todos os níveis da empresa.”

Gerir hoje envolve uma gama muito mais abrangente e diversificada de atividades do que no passado. Consequentemente o gestor hoje precisa estar apto a perceber, refletir, decidir e agir em condições totalmente diferentes das de antes. (...) gerir a aplicação dos recursos é crucial, sejam recursos materiais, financeiros, de informação, humanos, de comunicação ou tecnológicos. (...) Novos métodos de gestão, novas ferramentas de apoio, novos sistemas de informação, tudo isso representa o esforço por aperfeiçoar a gestão [13].

No passado o administrador era tido como “alguém responsável pelo trabalho e por seus subordinados”, com estudos mais atuais, há uma mudança nesse conceito para alguém que “é responsável pela aplicação e desempenho do Conhecimento”. Sendo assim, o termo gestão utiliza o Conhecimento de toda uma organização para se obter bons resultados. A junção do Conhecimento, inovação e empreendedorismo dá-se o nome de Inteligência Empresarial [14-15].

### II.2 GESTÃO ESTRATÉGICA

Os autores [16] desenvolveram a metodologia Mapas Estratégicos, onde são ferramentas importantes para focar e mobilizar toda uma organização, rumo aos seus objetivos. Tais ferramentas visam uma melhor comunicação das estratégias das equipes, buscando o comprometimento de todos.

Gestão orientada para a estratégia parte da premissa de que na sociedade do conhecimento a vantagem competitiva deriva mais dos recursos intangíveis, como conhecimento, capacidade e relacionamentos criados pelos empregados, do que investimentos em ativos físicos e do acesso de capital.

Além de incorporar vários princípios definidos na gestão da qualidade total, este sistema estabelece uma abordagem focada na estratégia. A ação estratégica tem prevalência sobre a própria estratégia em si, e a sua implementação deve ser compartilhada por todos da organização. A gestão orientada para a estratégica deve ser como um processo contínuo e liderado pela Alta Administração. Este sistema, além de preservar as mensurações de desempenho financeiro, complementa com vetores de desempenho não-financeiros, emanados da visão e da estratégia da organização [17].

Para [18] afirma que uma organização trabalha de acordo com os seus objetivos, assim se definem quais os resultados esperados, qual é seu público, e qual o valor esperado pelo cliente. A gestão estratégica é reunir toda a teoria do negócio e transmitir como valor para todos os envolvidos nos processos da empresa. Esse tipo de gestão é de responsabilidade da alta administração, pois, é necessário unir os diversos interesses dos *stakeholders* e administrar as atividades de todos os departamentos.

De acordo com [19] o planejamento estratégico “é a melhor fonte e o melhor ponto de partida para um planejamento de relações públicas com vistas à excelência e à eficácia da comunicação nas organizações”. Com seu planejamento há a possibilidade de uma análise da do ambiente externo, interno, identificar ameaças, oportunidades, pontos fortes e fracos. Com isso, fazer todo um estudo sobre o ambiente da empresa está mais presente nos modelos de gestão atual, do que nos modelos antigos onde era voltado para o planejamento financeiro.

## II.3 LOGÍSTICA

“O processo de gestão dos fluxos de produtos, de serviços e da informação associada, entre fornecedores e clientes, levando aos clientes, onde quer que estejam, os produtos e serviços de que necessitam, nas melhores condições”, conceitua-se o termo Logística [20].

A abrangência das atividades divergiu e presentemente pode considerar como atividades logísticas o transporte e a gestão do transporte, a armazenagem e a gestão da armazenagem e dos *stocks*, a embalagem e a gestão da embalagem, a gestão do manuseamento, a gestão das infraestruturas e a escolha das localizações, a gestão dos sistemas e tecnologias de informação logística e o planejamento logístico [21].

De acordo com [22] dentro da estratégia de cadeia de suprimentos há a logística, que tem por função fazer o transporte e posicionar geograficamente o estoque. “Ela é o processo que cria valor pela gestão e pelo posicionamento do estoque e combina o gerenciamento de pedidos, do estoque, do transporte, do depósito, do manuseio de materiais e da embalagem, integrados por meio de uma rede de instalações.”

## II.4 NÍVEL DE SERVIÇO

O produto é o foco do fluxo da cadeia de suprimentos, e, para funcionar o sistema logístico ideal é preciso ter o melhor entendimento sobre o mesmo. Além do material físico, há a parte intangível que envolve o produto, esta pode ser a reputação da empresa, suporte de pós-venda, comunicação correta e atual dentro de toda a cadeia, entre outros, e é a junção do tangível e o intangível que se faz a oferta de produtos [23-24].

Numa altura em que um número crescente de organizações pode produzir bens e serviços similares, em termos de qualidade, preço, funcionalidades e outros requisitos, o serviço ao cliente pode constituir um fator de diferenciação e uma arma decisiva para o seu sucesso. Os clientes, por vezes, mais do que o preço ou o produto em si mesmo, valorizam e fazem escolhas com base no modo e prontidão do atendimento, no apoio à instalação ou manuseamento de um equipamento, na forma como se resolvem as suas reclamações, no transporte especial utilizado, em síntese, em função do nível de serviço prestado [20].

Se uma empresa qualquer conseguir aplicar os recursos necessários, é possível oferecer um bom nível logístico ao cliente. É preciso ter uma logística estruturada antes mesmo do surgimento da necessidade do cliente por um produto. Uma boa estratégia frente aos concorrentes é fundamental para o negócio. “O nível do serviço logístico básico deve ser realista em termos das expectativas e solicitações dos clientes. (...) os administradores devem perceber que os clientes são distintos e que os serviços fornecidos devem ser criados para atender a diferentes solicitações e potenciais de compra” [22].

## II.5 SATISFAÇÃO DO CLIENTE

De acordo com [25] “A satisfação do cliente é vista como a mais alta prioridade da organização, pois o seu sucesso depende totalmente da satisfação do cliente”. Os clientes são tidos como internos (funcionários), e os externos (consumidores), pois, para melhorar todo o desempenho e alcançar os objetivos de uma empresa é necessário o comprometimento dos níveis estratégicos, táticos e

operacionais, o que significa que satisfazer o seu cliente interno, tão quanto o seu externo.

O cliente está cada vez mais exigente e requer maior valor agregado e serviço. As empresas precisam dirigir-se para o cliente. Mas a voraz competição obriga prestar este serviço da forma mais eficiente possível ou outro o fará melhor. As empresas têm que redesenhar seus processos mantendo só aquelas atividades que criam valor para o cliente da forma mais eficiente possível e eliminando o restante. É um esforço difícil. Com ele, alcançamos somente o nível para competir [26].

Segundo [27] obter e reter clientes ainda é uma atividade desafiadora onde é necessário que a empresa trabalhe em algumas técnicas, uma das estratégias para conquistar clientes é “focar a satisfação do cliente em tempo real, oferecendo-lhe suporte, auxílio, orientações e informações.”

“Satisfação é a manifestação do cliente”, onde existe o entendimento de que uma característica de um produto ou serviço ofereceu um nível de contentamento relacionado ao consumo. O cliente faz uma avaliação visando se suas expectativas e necessidades foram atendidas frente ao produto e/ou serviço adquirido, caso o retorno tenha sido positivo há a satisfação, caso contrário, surge a insatisfação [28].

## III. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Em relação a metodologia aplicada neste estudo, o estudo apresenta-se quanto ao objeto de estudo como estudo de caso, o que permite, segundo [29], maior aprofundamento na investigação dos fenômenos pesquisados e/ou analisados dentro de um contexto real. Para [30], o estudo de caso direciona o estudo de forma que se facilite o entendimento dos fenômenos individuais, organizacionais, sociais e políticos. Ainda segundo o autor:

[...] o estudo de caso enfrenta uma situação tecnicamente única em que haverá muito mais variáveis de interesse do que pontos de dados e, como resultado, baseia-se em várias fontes de evidências, como os dados precisando convergir em um formato de triângulo, e, como outro resultado, beneficia-se do desenvolvimento prévio de proposições teóricas para conduzir a coleta e a análise de dados [30].

Do ponto de vista dos seus objetivos, essa pesquisa pode enquadrar-se como descritiva, pois tem por intuito descobrir as relações entre variáveis [31]. Ademais, a pesquisa é considerada do tipo aplicada, em relação a sua natureza, pois visa gerar conhecimentos para aplicação prática, segundo [32] Silva e Menezes (2005).

### III.1 PROCEDIMENTOS TÉCNICOS

Para cumprimento da metodologia aplicada, inicialmente ocorreu a análise documental dos dados da empresa, com o acompanhamento e estratificação de indicadores. A análise dos dados proposta foi dividida em macro etapas a fim de facilitar a coleta destes, sendo:

- Coleta de dados: através de relatórios gerenciais fornecidos pela empresa;
- Análise do padrão operacional de nível de serviço local;
- Acompanhamento do histórico de indicadores da logística de distribuição;
- Estratificação dos resultados acumulados por semana.

## IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

## IV.1. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A presente pesquisa foi aplicada em uma revenda de bebidas localizada no município de Petrolina-PE. A organização, que atua há 20 anos, almeja constantemente satisfazer os clientes com a comercialização e distribuição de bebidas e também a partir de serviços de alta qualidade. Logo, a organização tem como visão "ser a melhor opção para o mercado na prestação de serviços de comercialização e distribuição de bebidas".

Nesse contexto, a empresa aplica diversas ferramentas de gestão para conseguir uma melhoria contínua dos seus processos internos. Tal fato explica-se devido ao entendimento da direção local que a partir de uma gestão eficaz, os processos ainda instáveis possam se consolidar e atingir os melhores resultados, tais como: redução do número de devolução de mercadorias por falta de qualidade, otimização do nível de serviço, qualidade na entrega, entre outros.

## IV.2 COLETA DE DADOS: ATRAVÉS DE RELATÓRIOS GERENCIAIS FORNECIDOS PELA EMPRESA

Nesta primeira fase do estudo, o intuito foi de conhecer melhor o nível de serviço oferecido pela organização a seus parceiros. Logo, a empresa disponibilizou os diversos relatórios gerenciais que tratavam especificamente do setor de logística de distribuição.

Nessa etapa, pôde-se analisar os principais indicadores (e suas memórias de cálculos) administrados pelo setor, assim como documentos associados ao processo de distribuição de seus produtos, como a descrição do negócio local, padrões operacionais e fluxogramas do processo. A partir dessa coleta e análise de informações, prosseguiu-se então para a etapa seguinte proposta.

## IV.3 GESTÃO DOS INDICADORES

Um dos principais indicadores acompanhados pela logística de distribuição é a jornada líquida (JL), que compreende o tempo de liberação, o tempo em rota e o tempo interno. A meta estabelecida para este deve totalizar no máximo 10h20min e/ou 60% das equipes. Tratando-se do tempo médio de liberação (TML), este deve ser de 00h30min, onde engloba-se a reunião matinal com toda equipe de trabalho (motoristas, ajudantes e supervisores) assim como o tempo de conferência dos veículos e as saídas dos mesmos na portaria.

O tempo em rota (TR), por sua vez, caracteriza-se pela soma do deslocamento do veículo até a área de entrega. Neste indicador, tem-se a somatória do tempo disponível para almoço e deve somar até 09h20min. Além disso, no retorno do veículo, tem-se o tempo interno (TI), que compreende a prestação de contas do tipo física (vasilhames, barris e etc) e financeira (ligada a pagamento dos pedidos); este deve ser feito em até 00h30min,

A meta de JL apresenta impactos diretos sobre o nível de serviço local, pois, objetiva equilibrar e limitar o trabalho em demasia da equipe de distribuição. Assim, as jornadas que excedem a meta de 10h20min geram o desgaste físico dos colaboradores e banco de horas extras, o que pode acarretar em problemas na qualidade do atendimento no dia seguinte. Por outro lado, o indicador evita que entregas sejam feitas ao anoitecer, período que algumas localidades apresentam riscos à equipe.

Assim, para gestão dos indicadores atrelados a JL, a gestão local utiliza como principal ferramenta de qualidade a **carta de controle** atualizada em tempo real. Estas são empregadas para mostrar as tendências dos pontos de observação em um período de tempo pré-estabelecido.

A partir da visualização das dispersões indicadas nas cartas de controle, é possível adotar ações à nível de correção dos desvios, tais como entrevistas com as equipes para entender a dispersão, acompanhamento da rota via *software* específico, entre outras. De acordo com as observações feitas através dos relatórios gerenciais, é possível notar a eficácia da utilização das cartas de controle para ajuste do indicador à meta, conforme mostra Figura 1.

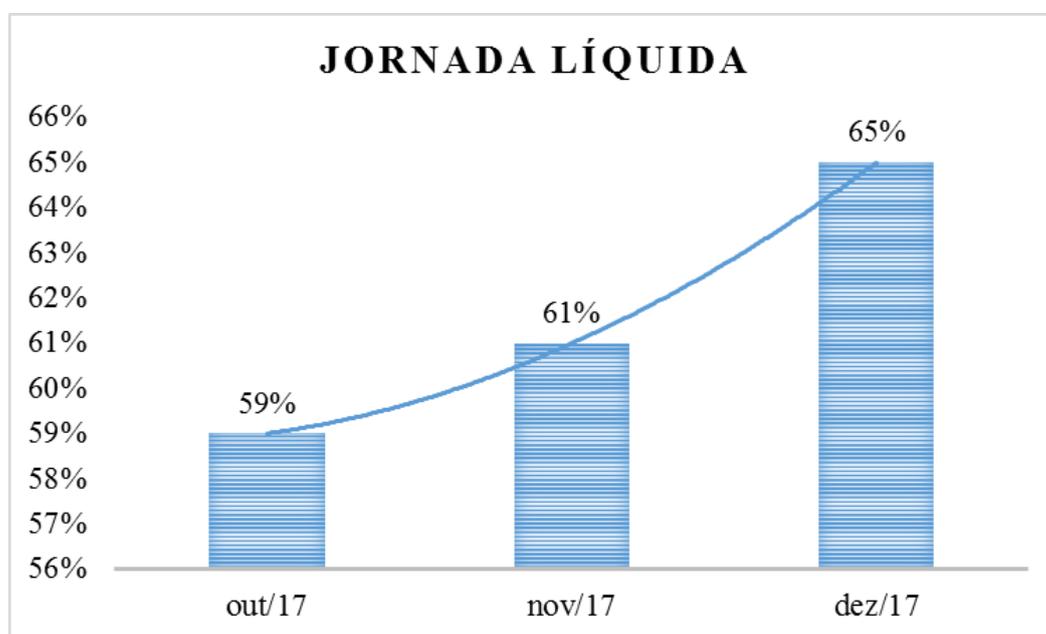


Figura 1: Evolução trimestral do indicador JL.

Fonte: Autores, (2018).

Outra meta acompanhada pelo setor, é referente à devolução de mercadorias. Este indicador é um dos principais requisitos para remuneração das equipes de vendas e logística. Vale salientar que um dos requisitos para um bom nível de serviço deve ser a disposição do produto na medida certa no ponto de venda, ou seja, garantir que o produto da marca em questão estará disponível no mercado para os clientes. Assim, do ponto de vista de produtividade, as devoluções refletem que os recursos estão sendo mal-empregados e que estão dando prejuízos à revenda. O indicador é acompanhado e medido a partir da meta de 2,5% para pontos de venda e 1,5% em Hectolitro (HL).

Para efeito de gestão do indicador, utiliza-se como ferramenta gerencial o **diagrama de Pareto**, que nada mais é que um recurso gráfico aplicado para visualizar e ordenar as causas de perdas que devem ser sanadas. Neste caso, a partir dos principais motivos de devolução estratificados é possível atacá-las de forma mais direta e eficiente. A organização trata deste indicador em diversas reuniões de rotina com o intuito de entender o comportamento das devoluções, analisando-as por vendedor, por área, bairro, produto, entre outros. Conforme Figura 2, pode-se acompanhar a gestão deste indicador, baseado na aplicação desta ferramenta de qualidade.

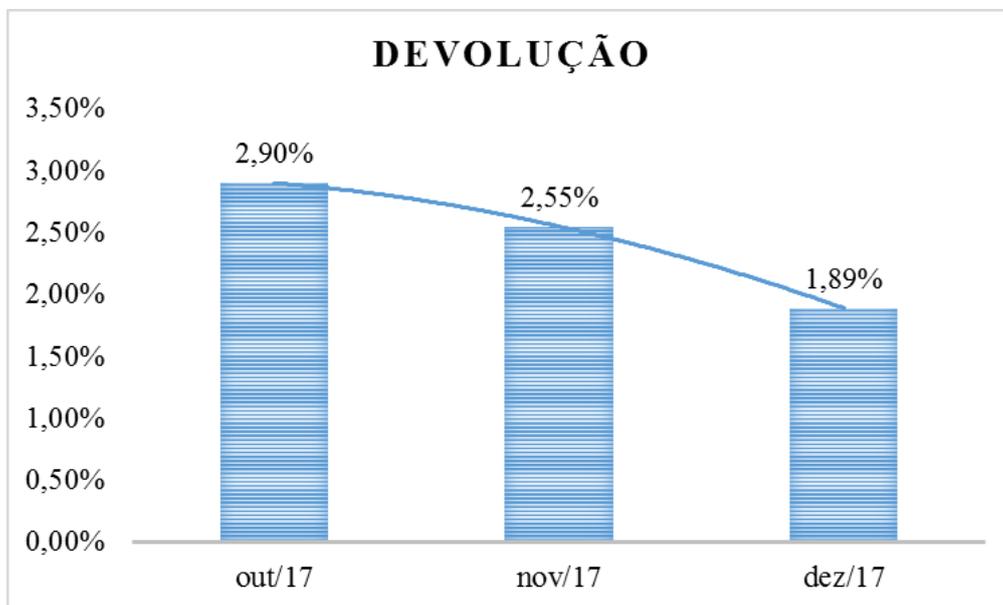


Figura 2: Indicador Devolução estratificado trimestralmente.  
Fonte: Autores, (2018).

Aliado ao indicador devolução, uma importante ação adotada pela gestão de logística é estratificar os motivos de devolução e seus respectivos impactos. Para isto, o diagrama

abaixo é uma das ferramentas adotadas para visualizar os dados acumulados no trimestre.

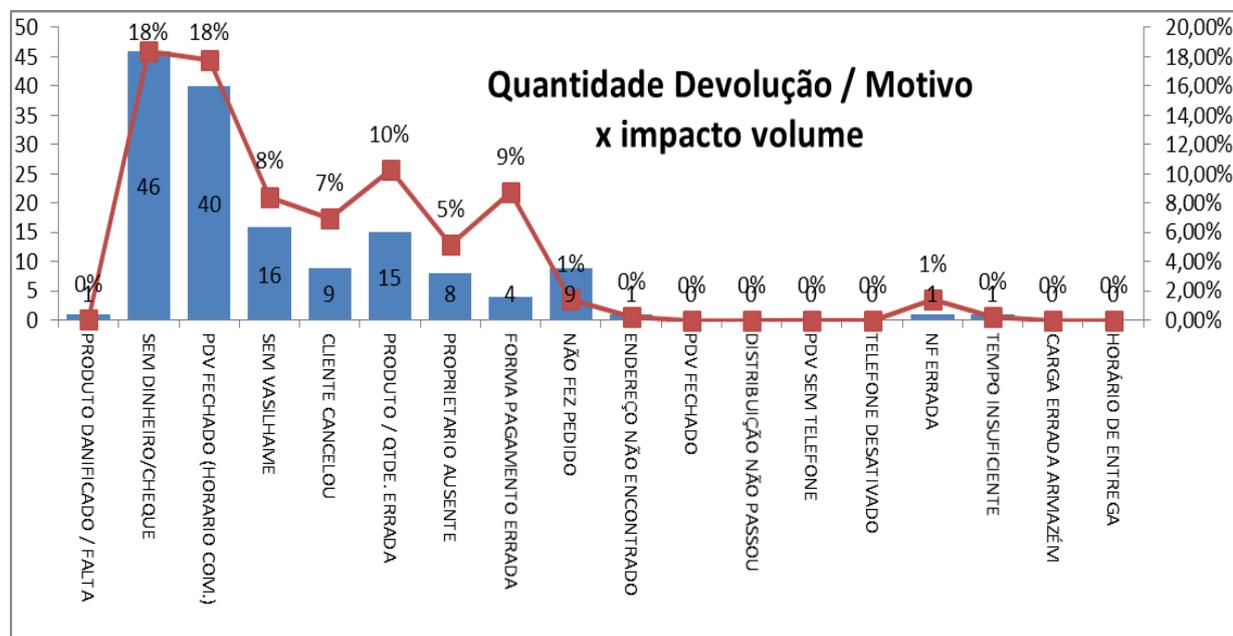


Figura 3: Relação devolução *versus* impacto (acumulado).  
Fonte: Autores, (2018).

Estratificar consiste, neste caso, em agrupar os dados em diferentes “estratos” (camadas), ou seja, dividir os dados coletados em duas ou mais distribuições de forma a se obter maiores informações. Assim, a estratificação permite analisar estes dados de forma individual e com isso, descobrir onde realmente a causa do gargalo está alocada. Traduz-se como uma ferramenta de qualidade que age de forma eficiente na causa, auxiliando então na solução do problema.

Um outro indicador importante na gestão do nível de serviço local, é o *Drop Size (DS)*, cuja meta é estabelecida como 13,82. Este indicador traduz-se como o pedido médio por cliente. O cálculo é feito através da divisão do total de caixas carregadas pelo número total de entregas. O DS tem impactos importantes na produtividade do setor, caso haja o aumento

deste, impacta diretamente no aumento do número de caixas carregadas (produção), além de favorecer a redução da jornada de trabalho e diminuir o tempo fixo de entrega.

Através do **Diagrama de Ishikawa** (Espinha de Peixe), pode-se acompanhar o indicador. O diagrama é importante e adequa-se a este indicador, pois objetiva identificar as possíveis causas do problema ( $DS < 13,82$ ) e seus efeitos, por meio da relação entre o efeito e todas as prováveis causas que podem contribuir para com esse efeito. O DS local apresenta-se dentro da meta, conforme gráfico 04, porém, de acordo com dados recentes, há uma certa variação que dificulta a estabilidade acumulada do indicador. Os motivos para tal envolvem desde a antecipação de rotas, mudanças nas equipes e ocupação dos veículos.

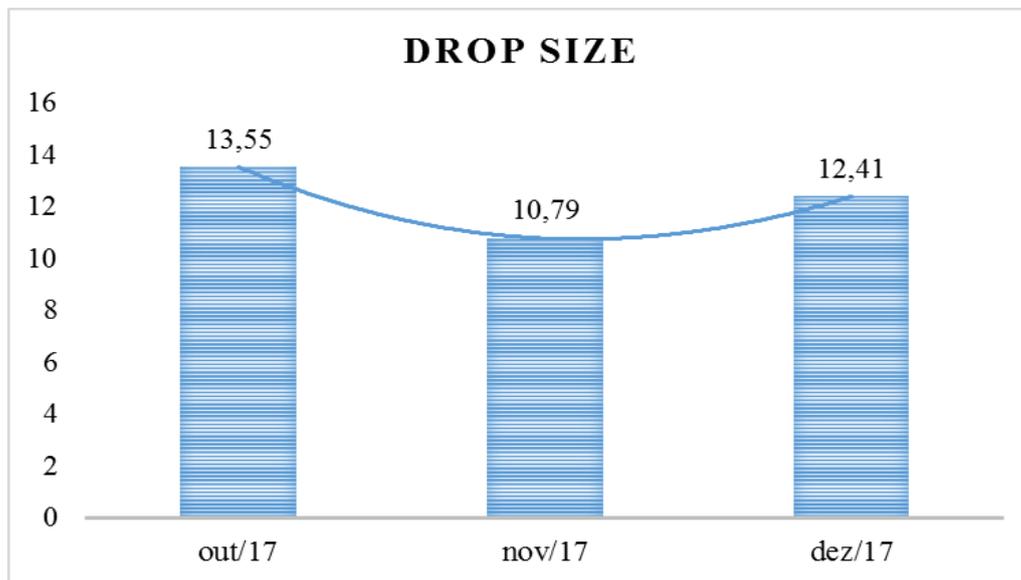


Figura 4: Indicador Drop Size estratificado trimestralmente.

Fonte: Autores, (2018).

A principal estratégia para manutenção deste indicador foi a adoção de acompanhamento constante da curva de vendas, que representa a quantidade de pedidos feitos por vendedor em suas respectivas áreas. Com isso, as informações são cruzadas a fim de obter-se a estimativa do DS para a semana, por dia da semana ou até mesmo por curto período de tempo.

## V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A logística tem sido apontada como atividade estratégica que confere às organizações vantagem competitiva quando se tem um bom nível de serviço. Assim, este trabalho visou destacar a relevância de se ter uma gestão moderna e eficaz do setor para manutenção da satisfação dos clientes da empresa. Portanto, notou-se que por intermédio das ferramentas de gestão da qualidade obtém-se informações relacionadas à identificação das falhas do problema e/ou gargalos dos processos inerentes ao setor. Ademais, através dos planos de ação elaborados, tem-se maior facilidade em solucionar parcialmente ou totalmente os limitantes. Logo, a partir dos dados observados no estudo, pode-se concluir que a utilização de ferramentas da qualidade enquadra-se diretamente na gestão dos indicadores de qualquer setor. No caso específico da logística de distribuição, pode-se notar que diversas

ferramentas podem ser empregadas e associadas geram resultados satisfatórios para garantia das metas estipuladas.

## VI. REFERÊNCIAS

- [1] Figueiredo, K. O Papel das Pessoas na Prestação do Serviço Logístico. 2009. Disponível em <[http://www.ilos.com.br/site/index.php?option=com\\_content&task=view&id=1138&Itemid=74](http://www.ilos.com.br/site/index.php?option=com_content&task=view&id=1138&Itemid=74)> Acesso em 3 de jan. 2018.
- [2] Ballou, R. H. Logística Empresarial: Transporte, Administração de Materiais e Distribuição Física / Ronald H. Ballou; tradução Hugo T. Y. Yoshizaki – São Paulo: Atlas, 1993.
- [3] Trez, G.; Luce, F. B. Os serviços ao cliente e a performance da empresa. In: Encontro Nacional da Associação Nacional dos Programas de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração, 25. 2001, Campinas. Anais. Campinas: Anpad, 2001.
- [4] Bowersox, D. J.; Closs, D. J. Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimentos. São Paulo: Atlas, 2001.

- [5] Christopher, M. A Logística do Marketing. São Paulo: Futura, 2001.
- [6] Slack, N. et al. Administração da produção. São Paulo: Atlas, 2000.
- [7] Silva, L. A. T. Logística no Comércio Exterior. 2ª ed. São Paulo: Aduaneiras, 2013.
- [8] Fotopoulos, C. The use of quality management tools and techniques in ISO 9001:2000 certified companies: the Greek case. International Journal of Productivity and Performance Management. Vol. 58 Iss: 6, pp.564 – 580. 2009.
- [9] Dias, E. P. Conceitos de Gestão e Administração: Uma Revisão Crítica. Revista Eletrônica de Administração, Franca, SP, v. 1, n. 1, p. 2-9, 2002.
- [10] Fayol, H. Administração Industrial e Geral. Administration Industrielle et Générale. Tradução de Irene de Bjano e Mário de Sousa. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 1960.
- [11] Gabor, A. Os filósofos do capitalismo: a genialidade dos homens que construíram o mundo dos negócios. The Capitalist Philosophers. Tradução de Maria José Cyhlar Monteiro. Rio de Janeiro: Campus, 2001.
- [12] Chiavenato, I. Administração: teoria, processo e prática. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
- [13] Faculdade Bom Jesus. Coleção Gestão Empresarial. Curitiba, 2002.
- [14] Drucker, P. Sociedade Pós-Capitalista. São Paulo: Pioneira, 1993.
- [15] Cavalcanti, M.; Gomes, E. Inteligência Empresarial: Um novo modelo de Gestão para a Nova Economia.. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/prod/v10n2/v10n2a05>> Acesso em: 29/01/2018.
- [16] Kapla, R. S.; Norton, D. P. A Estratégia em Ação: Balanced Scorecard. 6. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1997.
- [17] Peixinho, F. C. Proposta de aplicação do modelo de gestão estratégica baseado no *Balanced Scorecard* para uma empresa pública. Rio de Janeiro: UFRJ, 2003.
- [18] Herrero, E. Balanced scorecard e a gestão estratégica: uma abordagem prática. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.
- [19] Kunsch, K. M.M. Planejamento e gestão estratégica de relações públicas nas organizações contemporâneas. Análisi: quaderns de comunicació i cultura, 2006, Núm. 34 , p.125-139. Disponível em: <<http://www.raco.cat/index.php/Analisi/article/view/55448/64580>> Acesso em: 01/0/2018
- [20] Moura, B. Logística: conceitos e tendências. Lisboa: Centro Atlântico. 2006.
- [21] Ferreira, S. S. L. Gestão de armazéns: implementação de um sistema de picking da indústria alimentar. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Prevenção e Controle Alimentar). Escola Superior Agrária de Santarém, Santarém, 2012.
- [22] Bowersox, D. J. et al. Gestão Logística da Cadeia de Suprimentos. Tradução de Luiz Claudio de Queiroz Faria. Revisão Técnica Alexandre Pignaneli. 4. ed. Porto Alegre: AMGH, 2014.
- [23] Ballou, R. H. Business Logistics/ Supply Chain Management. Tradução de Raul Rubenich. Revisão Técnica Rogério Bañolas. 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2007.
- [24] Juran, J. M. Juran on Leadership for Quality: an executive handbook. New York: Free Press, 1989.
- [25] Bertaglia, P. R. Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento. São Paulo: Saraiva, 2003.
- [26] Kotter, J. P. Afinal, o que fazem os líderes? Rio de Janeiro: Campus, 2000.
- [27] COBRA, M. Serviços: como construir valor para o cliente. São Paulo: Marcos Cobra, 2004.
- [28] ZEITHMAL, V.; BITNER, M. J.; GREMLER, D.D. Marketing de Serviços: A empresa com foco no cliente. 6ª ed. Ed. São Paulo: AMGH Editora Ltda, 2014.
- [29] Prodanov, C. C.; Freitas, E. C. de. Metodologia do Trabalho Científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.
- [30] Yin, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- [31] Gil, A. Métodos e técnicas de pesquisa social. 5 ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- [32] SILVA, E. L e MENEZES, E. M. Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação. Florianópolis: UFSC, 2005.
- ARAUJO, M. A. de. Administração de produção e operações: uma abordagem prática. Rio de Janeiro: Brasport, 2009.



# Frailty of urban stormwater drainage system in Mestre Chico Igarape affluent in Manaus

Everton Douglas Castro de Oliveira<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro Universitario do Norte – Av. Leonardo Malcher, 715, 69020-010. Manaus-AM.

Email: [everton.guitarra@hotmail.com](mailto:everton.guitarra@hotmail.com)

**Received:** January 04<sup>th</sup>, 2019

**Accepted:** January 19<sup>th</sup>, 2019

**Published:** March 31<sup>th</sup>, 2019

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM).

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International

License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



## ABSTRACT

Manaus is the bigger town located in the Amazon Rain Forest. Moreover, it is a city is bathed by two huge rivers, Rio Negro and Rio Amazonas. It is a city composed by a group of drainage basins in its urban perimeter. It has also a high rainfall index, since it has Tropical Rainforest Climate. Therefore, it is mandatory an efficient urban stormwater drainage system in order to avoid flood occurrence, and this way environmental risks to peoples living in the vicinity of igarapes. In this context, the aim of this work was to measure System Fragility Index of stormwater drainage system in an Mestre Chico Igarape affluent. The methodology applied in this work was based in environmental, technological and institutional indexes. The results obtained allow to conclude that Stormwater Drainage System Fragility Index in the Studied Point is high and, therefore, it is necessary to build micro drainage and macro drainage infrastructure in that locality.

**Keywords:** Mestre Chico Igarape, Fragility, Urban Stormwater Drainage System.

## Frailty of urban stormwater drainage system in Mestre Chico Igarape affluent in Manaus

### RESUMO

Manaus é o maior centro urbano localizado na Floresta Amazônica. Além disto, é uma cidade banhada por dois grandes rios, o Rio Negro e o Rio Amazonas, que conta com um complexo conjunto de bacias hidrográficas em seu perímetro urbano. Conta ainda, com um alto índice pluviométrico, uma vez que tem clima equatorial. Desta forma, percebe-se a necessidade de um sistema de drenagem pluvial urbano eficiente para evitar inundações e com isso, riscos ambientais e à vida de populações que vivem às margens de igarapés. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi realizar o levantamento do Índice de Fragilidade do sistema de drenagem urbana em um afluente do Igarapé do Mestre Chico. A metodologia empregada foi baseada em indicadores ambientais, tecnológicos e institucionais. Os resultados obtidos levaram a concluir que o Índice de Fragilidade do sistema de drenagem pluvial no Ponto de Estudo é alto e que obras de infraestrutura de micro drenagem e macrodrenagem são necessárias na localidade.

**Palavras-Chave:** Igarapé do Mestre Chico, Fragilidade, Sistema de Drenagem Pluvial Urbana.

### I. INTRODUÇÃO

Manaus é o maior centro urbano instalado na Bacia Hidrográfica Amazônica, a maior do mundo, situada em meio à floresta tropical homônima, margeada pelo Rio Negro e pelo Rio Amazonas. É caracterizada, além disso, por ser constituída de uma vasta rede de igarapés que compõem bacias, sub-bacias e microbacias hidrográficas [1].

Dado este cenário e em função do alto índice pluviométrico registrado na região, de clima equatorial quente e úmido, a drenagem pluvial urbana representa um cenário desafiador [2].

Drenagem refere-se a todas as medidas de infraestrutura adotadas para reduzir o risco de alagamento ou inundação em determinada área. Objetiva, portanto, ao desenvolvimento urbano de forma harmônica e sustentável [3].

Esses sistemas são constituídos de componentes de macrodrenagem e micro drenagem. A macrodrenagem refere-se a dutos para escoamento de caudais de águas formados pela pluviosidade, que geralmente são construídos em galerias no subterrâneo de vias. Por outro lado, micro drenagem, referem-se a elementos para o escoamento superficial de águas [4].

São elementos de micro drenagem: guias; sarjetas; sarjetões; bocas de lobo; caixas de grelhas ou ralos; bocas de captação; canaletas de topo e pé de talude; galerias de condução de águas pluviais; poços de visitas; rampas e escadarias hidráulicas; dispositivos de chegada de águas pluviais nos córregos; e revestimentos de taludes [5].

Estudos anteriores apontam para o desenvolvimento de uma metodologia apoiada em indicadores e variáveis para avaliar um sistema de drenagem. Esta é orientada pelos Indicadores de Fragilidade do Sistema (IFS). Neste caso, o sistema de drenagem é estudado em cada um dos seus elementos, levando em conta um conjunto de fatores, que são afetados pelo desempenho do sistema, e são funções de variáveis: ambientais; climatológicas; tecnológicas; e institucionais [5].

## II. METODOLOGIA

O estudo foi realizado em um afluente do Igarapé do Mestre Chico, localizado nas coordenadas  $-3^{\circ}07'49,8''$  S;  $60^{\circ}00'31,1''$  W. Trata-se de um córrego localizado às margens da Avenida Castelo Branco, Bairro Cachoeirinha, em Manaus - AM.

É um dos 33 igarapés afluentes na bacia hidrográfica Educandos, localizada integralmente no espaço urbano do município. A calha da bacia é o Igarapé do Quarenta. Localiza-se em uma região de grande densidade populacional desde a nascente até a sua foz e apresenta altos níveis de contaminação por resíduos sólidos e rejeitos sanitários.

A Figura 1 apresenta a localização da bacia hidrográfica do Educandos, enquanto a Figura 2 apresenta a localização específica do Ponto de Estudo.

A região apresenta clima Am, na classificação de Köppen-Geiger, característica por ser clima tropical quente e úmido, com estação seca no inverno. A precipitação média anual é de 2 300 mm, sendo março o mês mais chuvoso (335 mm) e agosto o mês mais seco (47 mm) [1].

A metodologia desenvolvida acompanhou trabalhos anteriores que utilizaram o Índice de Fragilidade do Sistema / Índice Geral de Fragilidade (IFS/IGF) [4,5]. Também foi desenvolvida uma metodologia adaptada que também leva em consideração este mesmo índice, que será acompanhada neste trabalho [3].

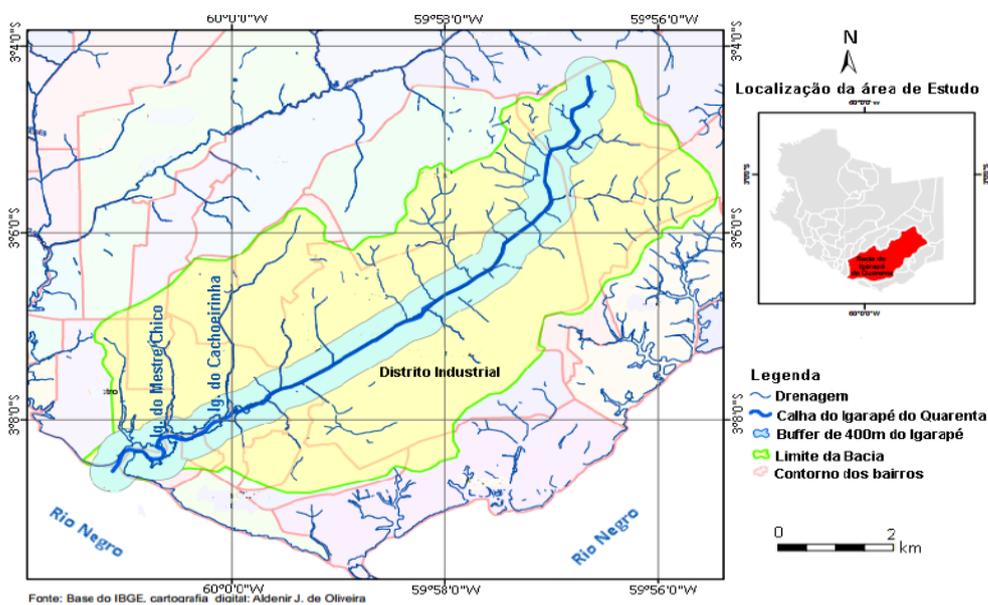


Figura 1: Mapa dos limites da bacia hidrográfica do Educandos.

Fonte: [6].



Figura 2: Localização do Ponto de Estudo: à esquerda escala 1:500000; à direita 1:500.

Fonte: Autor, (2018).

A metodologia consiste em agrupar fatores intervenientes no sistema de drenagem, de acordo com a natureza: climatológica; ambiental; tecnológica, e institucional.

O principal **fator climatológico** é: o regime de chuvas intensas em intensidade, duração e frequência de chuvas. Quanto aos **fatores ambientais** são: arranjo do traçado (se respeita a topografia); uso do solo (nível de impermeabilização, erodibilidade do terreno e ocupação marginal); padrões de conforto das vias (quanto ao fluxo de veículos e pedestres, quanto à média de movimento e acesso local); e interação com demais equipamentos de saneamento urbano (quanto ao lançamento de efluentes domésticos na rede, lançamento de outros efluentes na rede, deposição de lixo nas galerias e canais e dispersão de sedimentos nas vias).

Quanto aos **fatores tecnológicos** são: das estruturas de macrodrenagem e das estruturas de micro drenagem (dispersão de dispositivos hidráulicos, padrão construtivo, adequação do conjunto e manutenção e conservação dos dispositivos).

Por fim, quanto aos **fatores institucionais**, referem-se a: aspectos gerenciais (interatividade dos componentes, aporte financeiro ao orçamento, recursos humanos e planejamento das ações e estudos existentes); e aspectos legais (existência de normas e outros instrumentos, e aplicação dos dispositivos) [5].

Os fatores de fragilidade são manifestados em valores (pesos) que podem assumir valores:

- ✓ 0 quando não há fragilidade;
- ✓ 1 quando existe, mas não é agravante (100%);
- ✓ 2 quando existe, mas é pouco agravante (75%);
- ✓ 3 quando é de gravidade média (50%);
- ✓ 4 quando é de gravidade moderada (25%);

- ✓ 5 quando é muito grave (0%).

O somatório dos indicadores leva a uma conclusão quanto a **fragilidade** e associados a um **intervalo de fragilidade** (IGF): muito baixa (0 a 26); baixa (0 a 52); média (52 a 78); forte (78 a 104); e muito forte (104 a 130).

### III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi feita avaliação *in loco* no Ponto de Estudo identificado do afluente do Igarapé do Mestre Chico, localizado próximo à sua foz, que foi canalizada em subterrâneo por intervenção do Projeto Social e Ambiental dos Igarapés de Manaus (PROSAMIM).

Apesar desta intervenção em infraestrutura próximo à localidade, é perceptível a falta de elementos de micro drenagem e macrodrenagem nas vias deste trecho da bacia hidrográfica.

A determinação do Índice Geral de Fragilidade (Tabela 1), apontou no levantamento que os índices de fragilidade do sistema no afluente do Igarapé do Mestre Chico levam a um alto grau de fragilidade do sistema de drenagem pluvial. Como é perceptível na comparação entre os índices de fragilidade por natureza (Figura 3), o aspecto ambiental foi o de maior peso para este resultado.

O IGF aponta para a necessidade de realização de obras de infraestrutura quanto à micro drenagem e macrodrenagem neste afluente, a fim de reduzir riscos de alagamentos e inundações no Ponto de Estudo.

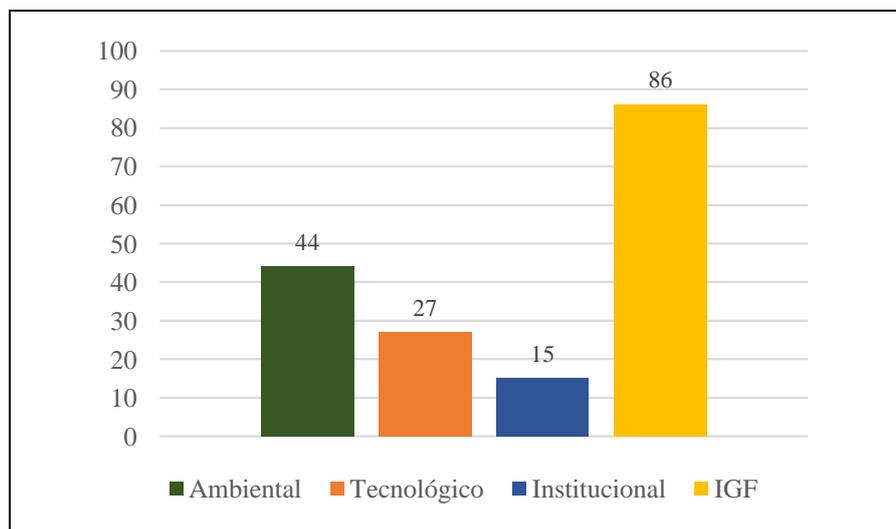


Figura 3: Pesos dos Indicadores de Fragilidade do sistema de drenagem pluvial urbana no Ponto de Estudo.

Fonte: Autor, (2018).

### IV. CONCLUSÃO

A ferramenta de indicadores de fragilidade mostrou-se extremamente útil para avaliação de sistemas de drenagem pluvial urbana. Sobretudo, foi possível ainda observar como esta pode ser uma ferramenta útil para o planejamento de ações urbanísticas, o que pode vir a ser feito na região estudada.

Foi possível estabelecer que o entorno da sub-bacia do Igarapé do Mestre Chico, apesar de ter sofrido intervenções nos

últimos anos, como o PROSAMIM, ainda carece de obras de infraestrutura quanto à drenagem.

Dadas as falhas apontadas no sistema, devem ser adotadas medidas para estabelecimento de um mínimo conjunto de dispositivos de micro drenagem para evitar o alagamento de vias públicas, inundações e, com isto, reduzir riscos para a população que vive na comunidade, conforme são apresentados na tabela 1.

Tabela 1: Índices de Fragilidade do Sistema e Índice Geral de Fragilidade.

<b>Natureza do indicador</b>	<b>Indicador</b>	<b>Peso</b>
<b>Ambiental</b>	Ocorrência de alagamentos	1
	Prejuízos materiais	2
	Risco de vidas humanas	1
	Interferência negativa na rede natural de drenagem	3
	Erosão nos terrenos da bacia	2
	Arraste de material das vias sem pavimento	1
	Deposição de sedimentos em vias públicas	1
	Interação inadequada com esgotos	5
	Interação inadequada com lixo	5
	Elevação das vazões de cheias	3
	Limitação das áreas de inundação	3
	Interferência no trânsito de veículos	0
	Interferência na circulação de pedestres	3
	Contaminação do corpo receptor	5
	Contato da população com águas poluídas	4
Assoreamento do corpo receptor	5	
<b>Índice de fragilidade - Ambiental</b>		<b>44</b>
<b>Tecnológico</b>	Escoamento ineficiente nas vias	5
	Dispositivo de coleta ineficiente	5
	Transporte hidráulico ineficiente	3
	Encarecimento das soluções	5
	Redução da vida útil dos equipamentos de drenagem	1
	Redução da vida útil do pavimento	4
	Abatimento de terreno por carreamento de solo para galerias	4
<b>Índice de fragilidade - Tecnológico</b>		<b>27</b>
<b>Institucional</b>	Elevação de gastos com manutenção e conservação	5
	Encarecimento das soluções técnicas	5
	Perda de credibilidade da Administração Pública	5
<b>Índice de fragilidade - Institucional</b>		<b>15</b>
<b>Índice geral de fragilidade (IGF)</b>		<b>86</b>

## V. REFERÊNCIAS

[1] Aragão, Jefferson da Silva. O acesso ao saneamento urbano: os desafios da universalização no abastecimento de água e esgotamento sanitária. Um estudo de caso em Manaus-AM. 171 f. Dissertação de Mestrado (Ciências do Ambiente) – Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia. Universidade Federal do Amazonas, Manaus – AM, 2017.

[2] Calvo, Bruno del Rio. Avaliação da influência antrópica na drenagem do igarapé do quarenta e orla de Manaus. 112 f. Dissertação de Mestrado (Química) – Programa de Pós-Graduação em Química. Universidade Federal do Amazonas, Manaus – AM, 2018.

[3] Santos Júnior, Valdevino José dos. Avaliação da fragilidade no sistema de drenagem pluvial urbana: o caso da bacia hidrográfica do córrego das Melancias em Montes Claros – MG. Revista Monografias Ambientais – REMOAS. v. 13, n. 5, p. 3986-3997.

[4] Silva, B. J. da. *et al.* O componente drenagem urbana no plano municipal de saneamento ambiental de Alagoinhas, Bahia. Disponível em: <[www.semasa.sp.gov.br/admin/biblioteca/docs/pdf/35Assemae126.pdf](http://www.semasa.sp.gov.br/admin/biblioteca/docs/pdf/35Assemae126.pdf)>. Acesso em: 11 mai. 2018.

[5] Santos Júnior, V. J. dos. Avaliação da drenagem pluvial da bacia hidrográfica do córrego Cintra em Montes Claros/MG. 2013. 84 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental) – Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas Santo Agostinho – FACET, Montes Claros, 2013.

[7] CPRM. Relatório da Cheia 2013. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM. Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial – DHT. Departamento de Hidrologia – DEHID. Unidade Regional – SUREG-MA. 2012.



## Simulation as a tool for process capability analysis: A case study on a beverage resale

Shauane Santos Silva<sup>1</sup>, Marcela Gabriela Foly dos Santos<sup>2</sup>, João Artur Alves Moraes<sup>3</sup>,  
Kamilla Rayane Brito Souza<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF). Av. José de Sá Maniçoba, S/N - Centro, Petrolina – PE.

Email: [shauane.eng@gmail.com](mailto:shauane.eng@gmail.com), [mgfoly@gmail.com](mailto:mgfoly@gmail.com), [joaoamoraes@outlook.com.br](mailto:joaoamoraes@outlook.com.br), [kamillabrito.ep@gmail.com](mailto:kamillabrito.ep@gmail.com)

### ABSTRACT

**Received:** December 29<sup>th</sup>, 2018

**Accepted:** January 10<sup>th</sup>, 2019

**Published:** March 31<sup>th</sup>, 2019

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM).

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International

License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



For companies to become more competitive, it is necessary to search for continuous improvements and knowledge of their processes. One way to achieve this goal is through better process planning, which should identify losses or opportunities. In this context, Computational Simulation is an analysis tool that has demonstrated great relevance because it allows to verify the operation of systems considering different scenarios and thus, it is possible to validate models and / or identify procedures that introduce improvements in the system. At this juncture, the contribution of this work is the use of simulation as a study tool in a distribution system. For this, a case study was conducted at a beverage retailer. The research was limited to the operation of the Conference of Return of Route and the techniques used were the brainstorming, data collection with the company and later simulation with the use of ARENA® software. The results allowed to know the use of the resources, opening a horizon for the introduction of improvements.

**Keywords:** Simulation, ARENA®, Return of route.

### Simulação como ferramenta de análise de capacidade de processo: Um estudo de caso em uma revenda de bebidas

#### RESUMO

Para as empresas se tornarem mais competitivas se faz necessária a busca por melhorias contínuas e o conhecimento dos seus processos. Uma maneira de se alcançar este objetivo é através de um melhor planejamento dos processos, que deve identificar as perdas ou oportunidades. Neste contexto, a Simulação Computacional é uma ferramenta de análise que tem demonstrado grande relevância pois permite verificar o funcionamento de sistemas considerando diferentes cenários e assim, ser possível validar modelos e/ou identificar procedimentos que introduzem melhorias no sistema. Nesta conjuntura, a contribuição deste trabalho é a utilização da simulação como ferramenta de estudo em um sistema de distribuição. Para isto foi realizado um estudo de caso em uma empresa revendedora de bebidas. A pesquisa foi limitada à operação de Conferência de Retorno de Rota e as técnicas utilizadas foram o *brainstorming*, coleta de dados junto à empresa e posterior simulação com a utilização do *software* ARENA®. Os resultados permitiram conhecer a utilização dos recursos, abrindo um horizonte para a introdução de melhorias.

**Palavras-Chave:** Simulação, ARENA®, Retorno de rota.

#### I. INTRODUÇÃO

A competitividade cada vez mais acirrada exige das organizações uma crescente busca por uma postura de excelência na realização das suas atividades, independente do setor de atuação. No que tange especificamente o setor

atacadista de bebidas, percebe-se a necessidade de se buscar a excelência operacional na oferta aos clientes, garantindo a entrega em um nível de serviço estabelecido.

Um bom serviço é aquele que além de satisfazer os clientes também atende às estratégias da organização. Essas

possíveis ações, visando a otimização do processo, quando simuladas, facilitam a compreensão do processo e dos ganhos, sem a necessidade de uma real implementação para comprovar os benefícios esperados e sua viabilidade econômica e financeira.

Nesse contexto a Pesquisa Operacional (P.O.) é uma área de estudo que pode ser utilizada para avaliar os indicadores de desempenho do setor de atacadista de bebidas, criando estratégias para o melhor uso dos recursos disponíveis e otimização dos diversos processos logísticos. Um dos métodos da Pesquisa Operacional é a Simulação Computacional, técnica que auxilia as empresas nas tomadas de decisões, pois permite criar no mundo virtual modelos para representar os processos reais, analisando computacionalmente os principais parâmetros do modelo e os impactos de possíveis intervenções no sistema [1].

Com um mercado cada vez mais competitivo e de mudanças rápidas, a simulação tem se tornado uma ferramenta útil e poderosa à análise de sistemas complexos [2]. A problemática em foco neste trabalho é a existente lacuna de conhecimento por parte da empresa quanto a capacidade operacional do processo de Conferência de Retorno de Rota. Portanto, o presente estudo busca, através da utilização do software ARENA® e dos resultados da simulação, identificar a capacidade operacional e propor uma solução viável para a redução do tempo ocioso do funcionário, visando encontrar o melhor cenário produtivo para a organização.

## II. REFERENCIAL TEÓRICO

### II.1 MAPEAMENTO DE PROCESSO

Para conceituar Mapeamento de Processo é necessário, primeiramente, estabelecer o que é Processo. A ABNT NBR ISO 9000:2000 define Processo como "conjunto de atividades inter-relacionadas ou interativas que transforma insumos (entradas) em produtos (saídas)". Para [3], processo é uma ordenação específica das atividades no tempo e espaço, com começo e fim bem identificados. Já para [4], processo empresarial é um conjunto de atividades que possuem um ou mais tipos de entrada, que geram uma saída de valor para o cliente, ou seja, a entrega do produto ou serviço ao cliente.

Para [5], os elementos da análise do processo mais importantes e fundamentais são o mapeamento do processo e o seu entendimento. Através do processo de mapeamento torna-se mais simples determinar onde e como melhorar o processo. Para conseguir obter um melhor controle dos processos e facilitar a tomada de decisão, utiliza-se algumas estratégias e técnicas de mapeamento de processo:

- a) Entrevistas, questionários, reuniões e *workshops*.
- b) Observação de campo.
- c) Análise da documentação existente.
- d) Análise de sistemas legados.
- e) Coleta de evidências.

No presente trabalho foram utilizadas observação de campo e coleta de evidências para melhor compreensão do processo.

### II.2 SIMULAÇÃO COMPUTADORIZADA

A simulação computadorizada é uma ferramenta para análise de processos produtivos que permite a experimentação de diferentes cenários, fornecendo informações para melhoria do desempenho operacional e auxiliando a tomada de decisões [6]. A simulação ainda apresenta conceitos base que são necessários para fomentar a compreensão do sistema real, assim como servirão de auxílio na formulação do modelo computacional.

Os trabalhos divulgados na literatura técnica constata os diversos benefícios obtidos com o uso da simulação computacional. Dentre eles, destacam-se: (a) A simulação permite a possibilidade de validar se a decisão tomada é a melhor ou não; (b) A simulação reduz os gastos, o tempo e evita as interrupções inerentes a tradicional técnica de tentativa e erro; (c) Através dos modelos de simulação é possível estimar o que precisa ser melhorado e quando esta melhoria se faz necessária, facilitando, portanto, a tomada de decisões; (d) Grandes ideias e melhorias podem ser obtidas através do uso da simulação computacional, já que a animação do processo facilita o entendimento dos gestores [7] [2].

Existe no mercado vários *softwares* de simulação adequados às diferentes abordagens e condições de processos. Dentre os softwares avaliados está o ARENA® que se destacou pelos seus aspectos visuais, suporte, bibliotecas, eficiência e ferramentas estatísticas, de experimentação e análise.

### II.3 SOFTWARE ARENA®

O ARENA® foi projetado para simular sistemas conduzidos por eventos e em particular para analisar os impactos da introdução de alterações ao sistema real. Sendo ainda um *software* estatístico pertencente a Rockwell Software.

A modelagem acontece em um ambiente que engloba lógica e elementos dinâmicos (entidades) que entram no modelo, interagem com os elementos estáticos e circulam animação com ferramentas poderosas de análise estatística.

Segundo [8] o funcionamento conceitual de um modelo no ARENA® acontece da seguinte maneira: o usuário descreve, durante a construção do modelo, todos os elementos estáticos como recursos e outros, e também as regras de comportamento a serem seguidas. Ao se iniciar a simulação, todas as regras da modelagem foram seguidas. O *software* ARENA® adota uma estrutura de templates que proporciona facilidade de uso.

Conforme [1] os *templates* representam um conjunto de ferramentas de modelagem que permitem ao usuário descrever o comportamento do processo em estudo de forma visual e interativa, sem a necessidade de programação. Os modelos ainda podem ser criados pelos próprios usuários de acordo as necessidades e situações mais comuns em seu ramo de atividade.

Tal como a maioria dos softwares de simulação, o ARENA® visualiza o sistema a ser modelado como constituído de um conjunto de estações de trabalho que prestam serviços aos clientes. O Arena tem sido utilizado para simular os mais diversos ambientes, desde linhas de produção, minas, tráfego nas ruas de uma cidade e diversos ambientes logísticos [9].

### III. DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO DE CASO

#### III.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A empresa analisada está localizada em Petrolina – PE e é do segmento de revenda de bebidas, tendo como atividade principal o comércio atacadista de cerveja, *chopp*, refrigerante, suco, energético e água mineral. O nome da empresa foi omitido por razões de confidencialidade.

#### III.2 COLETA DE DADOS

A primeira etapa da pesquisa consistiu na realização de um *brainstorming*, onde foram definidas as formas de abordagem, que são a quantitativa e a descritiva. Em seguida, foi feito o levantamento dos dados.

De acordo com [10], a coleta de dados como um processo de recolhimento dos fatos e informações disponíveis que serão processados quando houver necessidade. Para o presente trabalho, foi realizada uma visita à empresa, onde foi possível apurar e documentar os tempos que envolvem a atividade de Conferência de Retorno de Rota. Na visita foram coletados dados de 100% dos caminhões de entrega do dia - 10 no total.

A atividade de Conferência de Retorno de Rota é composta por subatividades e os dados coletados e trabalhados para serem utilizados na modelagem e posterior análise são executadas na seguinte sequência:

- a) Chegada do caminhão e início da conferência física;
- b) Término da conferência física.

Após a cronometragem, todos os tempos foram lançados em uma planilha de Excel para melhor organização dos dados. A Tabela 1 expõe as amostras coletadas.

Tabela 1: Tempos de Conferência de Retorno de Rota.

	HORÁRIO DE CHEGADA DO CAMINHÃO E INÍCIO DA CONFERÊNCIA FÍSICA (HH:MM)	INTERVALO DE CHEGADA DO CAMINHÃO (HH:MM)	INÍCIO DA CONFERÊNCIA FÍSICA (HH:MM)	TÉRMINO DA CONFERÊNCIA FÍSICA (HH:MM)	TEMPO FÍSICO (Minutos)
<b>Caminhão 1</b>	16:00	00:00	16:00	16:08	8 min
<b>Caminhão 2</b>	16:08	00:08	16:08	16:16	8 min
<b>Caminhão 3</b>	16:16	00:57	16:16	16:22	6 min
<b>Caminhão 4</b>	17:13	00:24	17:13	17:21	8 min
<b>Caminhão 5</b>	17:37	00:07	17:37	17:44	7 min
<b>Caminhão 6</b>	17:44	00:07	17:44	17:52	8 min
<b>Caminhão 7</b>	17:54	00:10	17:54	18:25	<b>31 min</b>
<b>Caminhão 8</b>	18:11	00:17	18:11	18:37	<b>26 min</b>
<b>Caminhão 9</b>	18:43	00:32	18:43	18:52	9 min
<b>Caminhão 10</b>	18:44	00:01	18:44	19:02	<b>18 min</b>

Fonte: Autores, (2018).

O *software* utilizado para simular o processo foi o ARENA®, devido às opções de recursos oferecidas pelo mesmo, pois com ele é possível construir o modelo de simulação, analisar os dados de entrada, através do módulo *Input Analyzer*, e também os de saída, através do *Output Analyzer*.

#### III.3 CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO

Os caminhões que saem para a distribuição de bebidas nos Pontos de Venda (PDV) são carregados no armazém da empresa durante a madrugada. Eles saem às 07:30 h para iniciar as entregas e o horário de retorno varia pois depende do volume de vendas e entregas do dia. Num dia típico varia entre 10 a 15 o número de caminhões realizando entrega e o retorno dos mesmos costuma acontecer entre 16:30 h e 17:30 h.

Ao retornar da entrega, a portaria registra a entrada de cada caminhão. O motorista entrega o caminhão para o manobrista e segue para a conferência financeira. Enquanto isso, os ajudantes permanecem no veículo para o fechamento físico. Após estacionado, o caminhão é descarregado para facilitar a contagem da Conferência Física onde o conferente responsável analisa toda a carga (tanto produtos quanto vasilhames retornáveis), separa as trocas se necessário e registra as informações no sistema da empresa. O tempo máximo para a realização desta atividade deve ser de 15 minutos por caminhão e este tempo começa a contar desde a entrada do caminhão na revenda. É este processo de Conferência de Retorno de Rota que o presente estudo objetivou analisar e o seu fluxo pode ser observado na Figura 1 abaixo.

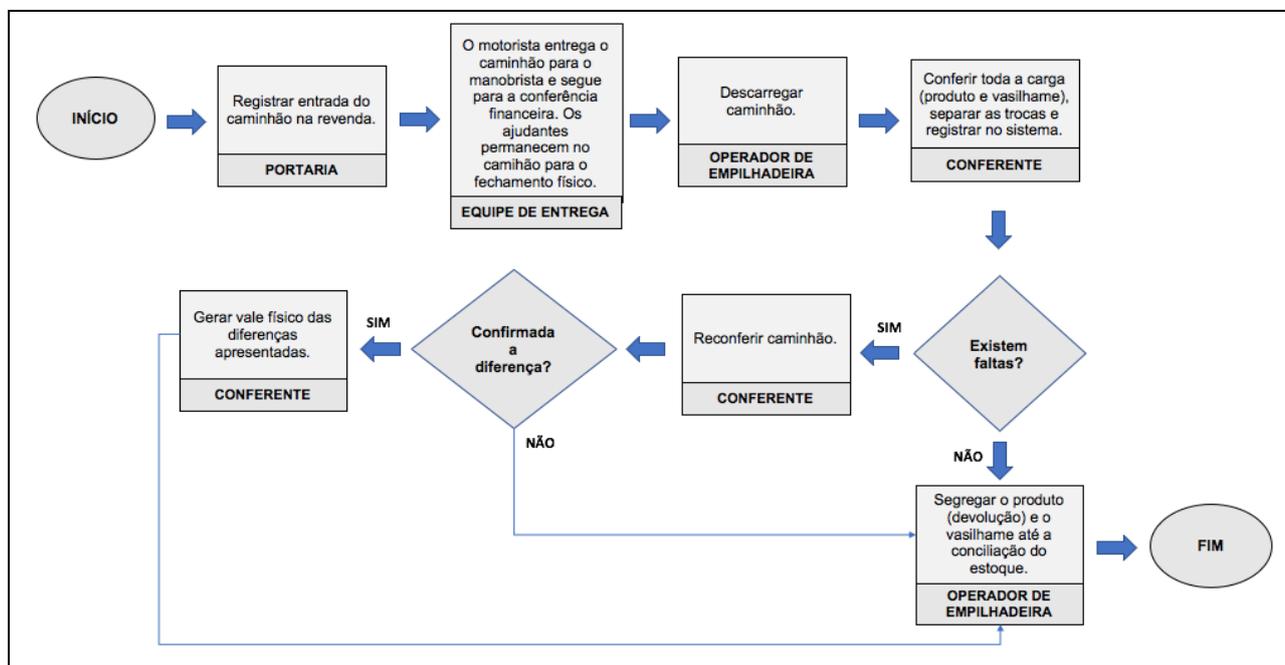


Figura 1: Fluxograma do processo de Retorno de Rota.  
Fonte: Autores, (2018).

### III.4 SIMULAÇÃO NO ARENA® - DESCRIÇÃO DA MODELAGEM

Após as etapas de coleta e organização de dados, foram gerados dois arquivos em txt, um com os dados do *Creat*, que representam os tempos entre as chegadas dos caminhões e o outro com os dados do *Process*, que

representam os dados dos tempos de conferência dos caminhões. A partir destes arquivos, os dados foram inseridos na ferramenta *Input Analyzer*, um por vez, primeiro os dados do *Creat* e depois os do *Process*, de modo a obter resultados precisos na pesquisa. A partir desses *inputs* foram geradas as distribuições de probabilidade a serem utilizadas como dados de entrada no modelo.

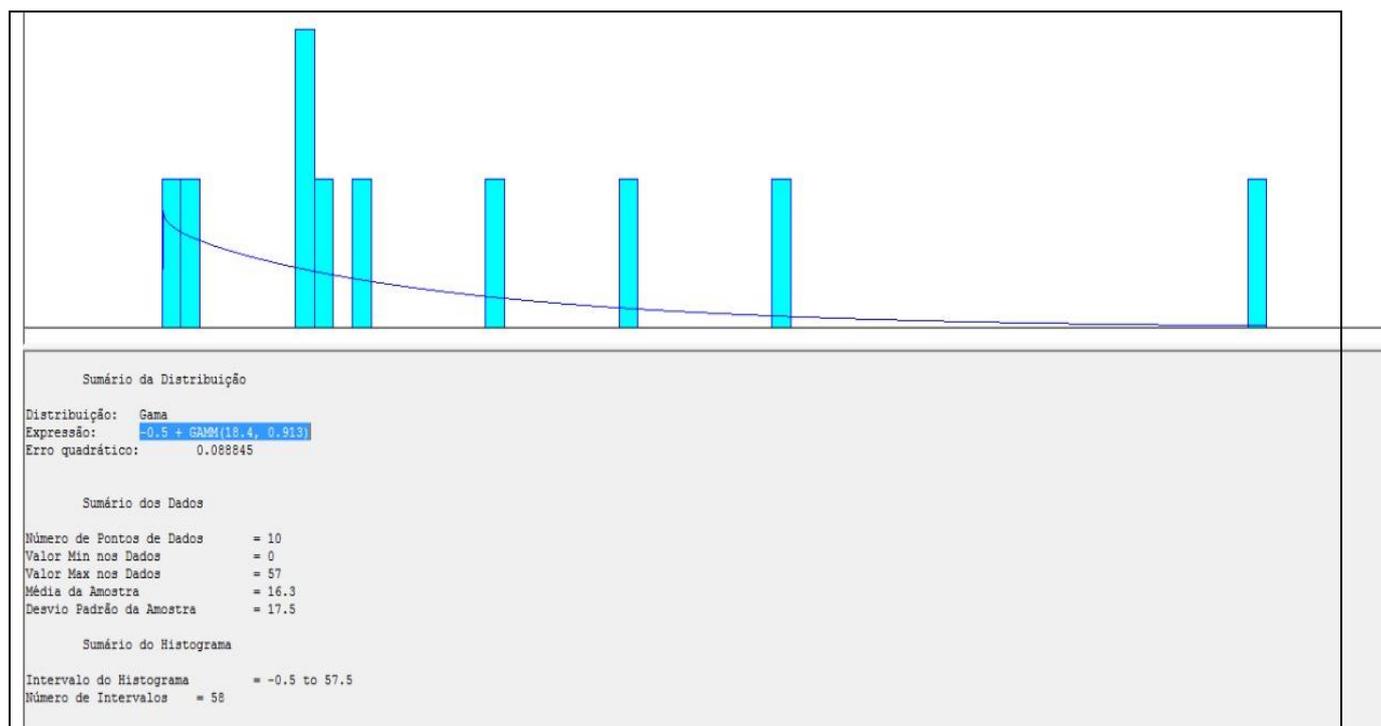


Figura 2: Histograma do tempo entre as chegadas (Input Analyzer).  
Fonte: Autores, (2018).

Neste primeiro histograma, foi obtida a expressão  $-0.5 + \text{GAMM}(18.4, 0.913)$ , que segue a distribuição Gamma, que se refere basicamente ao tempo de complementação de uma

tarefa. Após chegar no valor adequado a expressão foi copiada para o modelo criado no software ARENA®, neste gráfico ainda podemos observar o desvio padrão que foi de 17.5.

Tais dados foram utilizados no processo, ou seja, na conferência, visto na Figura 5. Posteriormente feita uma nova análise com uma expressão triangular com o tempo mínimo, a

moda e o tempo máximo de processamento estabelecido pela empresa, que são 15 minutos.

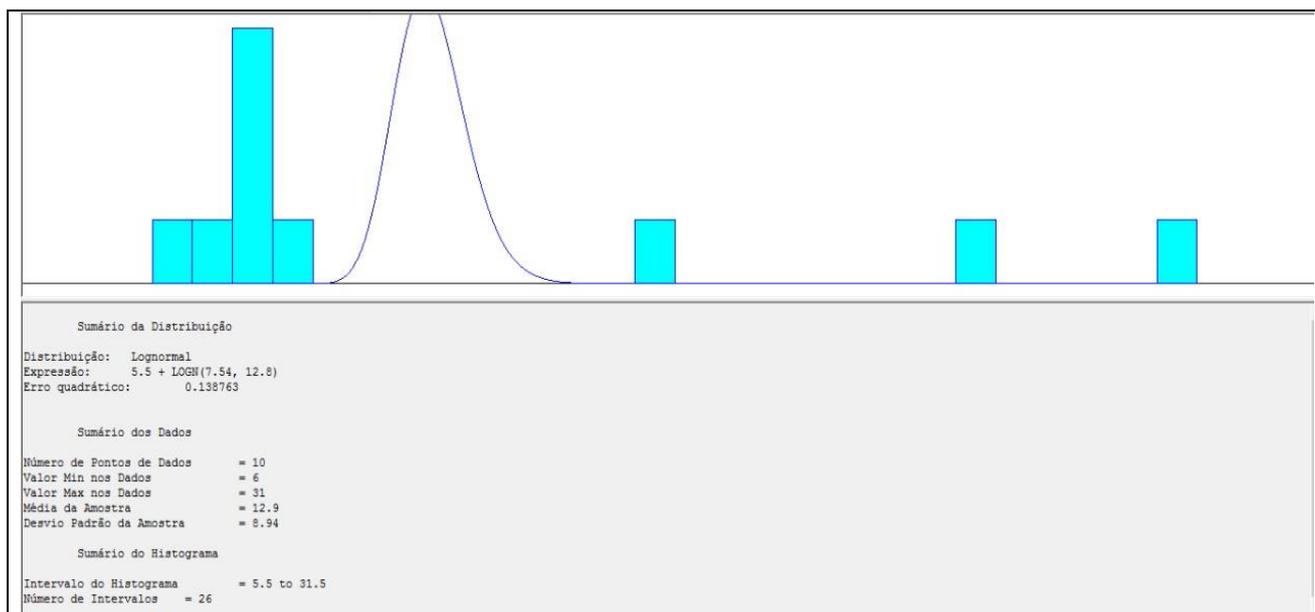


Figura 3: Histograma do tempo de conferência (Input Analyzer).

Fonte: Autores, (2018).

Já neste histograma foi obtido a expressão  $5.5 + \text{LOGN}(7.4, 12.8)$ , que segue a distribuição Lognormal, que representa os tempos de atividades com distribuição não simétrica, Como na Figura 3, a expressão foi copiada para o modelo criado no software ARENA®, nesse mesmo gráfico ainda podemos

observar o desvio padrão que foi de 8.94. Sendo tais dados inseridos na “Conferência” visualizada na Figura 4. Com o modelo conceitual validado, o sistema foi desenhado no ARENA®. A figura abaixo representa o modelo desenvolvido e posteriormente simulado:

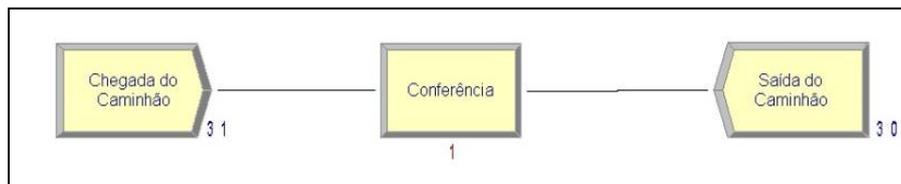


Figura 4: Processo de conferência no software ARENA®.

Fonte: Autores, (2018).

Foram feitas duas simulações, com o objetivo de comparar os tempos reais coletados na empresa, incluindo as anomalias de processo, com os tempos ideais estabelecidos em padrões internos de performance e qualidade. Foram executadas em ambas as simulações cobrindo:

- Oito horas diárias;
- 10 replicações.

A primeira simulação foi feita com o input da expressão  $-0,51 + \text{GAMM}(18,4, 0,913)$ , que representa os tempos entre as Chegadas dos caminhões e em “Conferência” a expressão  $5,5 + \text{LOGN}(7,54, 12,8)$ , que representa o tempo de atendimento. A segunda simulação foi feita com o input da expressão  $-0,51 + \text{GAMM}(18,4, 0,913)$  e a expressão triangular,

que seus dados foram baseados nos padrões internos da empresa.

### III.5 RESULTADOS E ANÁLISE

Ao analisar os resultados dessas simulações é importante considerar que não foram considerados na análise os tempos de descanso do operador, apenas consideramos o tempo disponível de horas trabalho e assim como resposta obtivemos os resultados que serão apresentados a seguir. Ao observar os dados levantados, verifica-se que a eficiência da atividade foi de 70% visto que em 3 caminhões a conferência passou do limite estipulado, que é de no máximo 15 minutos, como mostra a Tabela 2.

	HORÁRIO DE CHEGADA DO CAMINHÃO E INÍCIO DA CONFERÊNCIA FÍSICA (HH:MM)	TÉRMINO DA CONFERÊNCIA FÍSICA (HH:MM)	TEMPO FÍSICO (Minutos)
Caminhão 1	16:00	16:08	8 min
Caminhão 2	16:08	16:16	8 min
Caminhão 3	16:16	16:22	6 min
Caminhão 4	17:13	17:21	8 min
Caminhão 5	17:37	17:44	7 min
Caminhão 6	17:44	17:52	8 min
Caminhão 7	17:54	18:25	31 min
Caminhão 8	18:11	18:37	26 min
Caminhão 9	18:43	18:52	9 min
Caminhão 10	18:44	19:02	18 min

Tabela 2: Avaliação da eficiência do processo através da análise dos dados.

Fonte: Autores, (2018).

Para o tempo de conferência, o tempo médio da atividade foi de 12,9 minutos, o desvio padrão dos dados foi de 8,94 minutos e o erro quadrático resultou em aproximadamente 0,14 como mostra a Tabela 2. Já para o intervalo de chegadas, o tempo médio resultou em 16,3 minutos, o desvio padrão foi de 17,5 minutos e o erro quadrático foi de aproximadamente 0,09 como expõe a F.

Tabela 3: Tempo médio, desvio padrão e erro quadrático do tempo de conferência.

Média	<b>12,9</b>
Desvio Padrão	<b>8,94</b>
Erro quadrático	<b>0,138763</b>

Fonte: Autores, (2018).

Tabela 4: Tempo médio, desvio padrão e erro quadrático do intervalo de chegadas.

Média	<b>16,3</b>
Desvio Padrão	<b>17,5</b>
Erro quadrático	<b>0,088845</b>

Fonte: Autores, (2018).

O alto desvio padrão foi consequência das disparidades entre os dados, já que em 3 caminhões o tempo foi

acima da média e duas a três vezes maior que os demais tempos. São vários os possíveis motivos que levam ao atraso da conferência e ao extrapolamento do tempo limite de 15 minutos e eles podem ser vistos na Tabela 5 abaixo.

Tabela 5: Possíveis motivos de atraso na Conferência Física.

MOTIVOS DE ATRASO NA CONFERÊNCIA FÍSICA
Devolução fora do padrão
Erro no processo do MPD
Retornáveis em diferença ao previsto
Horário de descanso do conferente
Nota fiscal em outro caminhão
Acumulo de caminhões
Dificuldade elevada na conferência
Falha de comunicação nos setores
Volume elevado de retornáveis
Conferente realizando outra tarefa
Equipe de conferência em reunião
Motorista atrasou na conferência
Mapa não relacionado na escala
Blitz de descarregamento

Fonte: Autores, (2018).

Foi feita uma análise dos tempos de conferência dos Caminhões 7, 8 e 10 visando identificar quais motivos levaram ao não cumprimento do tempo limite e o principal motivo foi o acúmulo de caminhões no horário crítico (17:50 à 18:50). Na Tabela 6 a seguir pode-se observar mais detalhadamente os motivos de atraso da conferência de cada caminhão.

Tabela 6: Motivos de atraso dos caminhões que excederam o tempo limite de conferência.

	INÍCIO DA CONFERÊNCIA	TÉRMINO DA CONFERÊNCIA	TEMPO FÍSICO	MOTIVO DO NÃO CUMPRIMENTO DO TEMPO
Caminhão 7	17:54	18:25	31 min	O caminhão 7 chegou apenas 10 minutos após a chegada do caminhão 6, que teoricamente necessitaria de 15 minutos para sua conferência. Neste caso estabeleceu-se um gargalo, causando atraso subsequente. Além disso, caminhão 7 foi sorteado pelo sistema para a Blitz de Descarregamento, causando mais atraso no processo.
Caminhão 8	18:11	18:37	26 min	O atraso na conferência do Caminhão 8 foi reflexo do atraso no veículo anterior.
Caminhão 10	18:44	19:02	18 min	O Caminhão 10 chegou apenas 1 minuto após o Caminhão 9, causando atraso visto que teria que aguardar o término da conferência do automóvel que chegou primeiro.

Fonte: Autores, (2018).

Ao simular o processo no ARENA® com 10 replicações, obteve-se como resultado um total de 27 caminhões atendidos no cenário real porém no cenário ideal houve 30 conferências. Também foram observadas algumas diferenças sendo elas constatadas na Tabela 7.

Tabela 7: Critérios avaliados nos relatórios do ARENA® para o cenário real e o ideal.

<b>Critérios Analisados</b>	<b>Real</b>	<b>Ideal</b>	<b>% (real/ideal)</b>
<b>Tempo de atendimento</b>	14,0801	9,7643	44%
<b>Tempo de espera</b>	32,7775	9,3357	251%
<b>Tempo total no sistema</b>	46,8576	19,0001	147%
<b>Total de caminhões que entram no sistema</b>	30,4	30,6	-1%
<b>Total de caminhões que foram atendidas</b>	26,8	29,5	-9%
<b>Quantidade de caminhões simultaneos no processo</b>	2,8742	1,2746	125%
<b>Tempo de espera na fila</b>	32,9296	9,1643	259%
<b>Número de caminhões que esperam na fila</b>	2,0748	0,6687	210%
<b>Taxa de utilização do conferente</b>	0,7994	0,6059	32%

Fonte: Autores, (2018).

Segundo os resultados mostrados na Tabela 7 é possível notar que, embora o número total de caminhões que entram no processo de conferência seja semelhante nos dois cenários, os tempos que são observados no processos são extremamente maiores no real do que no outro cenário, salientando que o número de espera chega a demorar 259% a mais do que no cenário ideal, resultando em um aumento de 147% de tempo total no processo.

#### IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa comprovou, através de evidências, que a simulação facilita uma compreensão do processo como um todo. Os objetivos almejados para o estudo foram alcançados proporcionando uma visão do processo simulado bem como as saídas que foram analisadas.

Os resultados encontrados com as simulações demonstraram resultado satisfatório quando comparado aos indicadores de performance apresentados pela empresa, os números foram bastante alinhados com o que se faz cotidianamente pela empresa. Porém no decorrer da análise percebe-se a ocorrência de fatores ligados a outras áreas que geram não conformidades e conseqüentemente anomalias no processo.

Toda simulação computacional deve considerar os fatores limitantes humanos, mesmo muitos deles sendo de difícil tangibilidade, deve-se fazer um trabalho conjunto, que envolva as áreas de produção, financeiro, comercial e recursos humanos, obtendo assim resultados bem mais próximos da real capacidade da empresa.

O resultado da simulação mostrou que a capacidade total do processo é de 27 caminhões atendidos no cenário real enquanto o conferente responsável teve que realizar este

trabalho em apenas 10 caminhões, ou seja, um número quase três vezes menor que sua capacidade.

O cenário ideal seria o de 30 caminhões conferidos, entretanto, fatores como pausas para beber água ou ida ao banheiro, por exemplo, são elementos que o software não leva em consideração e que são importantes para análise do processo como um todo, afinal, o funcionário não é uma máquina e até as máquinas precisam parar em determinado momento. Por isso se faz importante também a simulação da capacidade real, como executado no presente estudo.

Mesmo com a capacidade de atendimento de 27 caminhões, o conferente nunca fará esta quantidade de conferências num dia típico pois precisa-se de muito menos veículos para atender a demanda normal das entregas. Contudo, sabe-se que caso haja em alguma ocasião um volume de vendas muito acima da média, o funcionário será capaz de conferir até 27 veículos em sua jornada de trabalho diário e esta é uma informação de grande utilidade para a empresa. Ademais, foi constatado que, ao concluir as conferências, o funcionário não fica ocioso pois possui outras atividades para serem feitas no armazém.

Também concluiu-se que o horário crítico para chegada dos caminhões é entre 17:50 à 18:50, que é quando os veículos começam a chegar em horários próximos, causando gargalos. Em um dia comum, há dois conferentes trabalhando nesta atividade o que diminui consideravelmente o gargalo, entretanto, no período da presente pesquisa um dos funcionários encontrava-se de férias, estando apenas um executando tal atividade. Como sugestão para este tipo de situação fica o melhor acompanhamento por parte do conferente das localizações e previsões dos caminhões através do sistema, prevendo o horário crítico do dia, permitindo que o mesmo planeje-se e organize-se evitando a ineficiência do processo. Além disso, a saída dos caminhões pela manhã é um fator determinante para que haja um Retorno de Rota tranquilo, ou seja, é importante dar uma atenção especial à este processo para evitar transtornos ao fim da tarde.

Além disso, observou-se que a realização da Blitz de Carregamento é determinante para possíveis atrasos e o não cumprimento do tempo limite. Portanto, para uma melhor execução e eficiência do processo, tanto a equipe de entrega quanto o conferente precisam ser treinados nos Procedimentos Operacionais Padrão (POPs) de: Retorno de Rota, Conferência Física e Blitz de Descarregamento. Conforme informações passadas pela empresa, os padrões foram atualizados recentemente, entretanto, ainda não houve treinamentos e nem DTO do processo. O DTO é a inspeção que acontece após os treinamentos, realizado em dias aleatórios sem conhecimento dos executores da atividade, com o objetivo de verificar se eles entenderam o padrão e se estão executando-o de maneira correta. Os POPs são instruções detalhadas descritas para alcançar a uniformidade na execução de uma função específica. A elaboração e a aderência de POPs por meio de treinamentos são essenciais para garantir a qualidade e a uniformidade de todos os processos envolvidos na condução das atividades da empresa.

Fica como sugestão para próximas pesquisas a simulação envolvendo alterações no modelo, simulando novos cenários para posterior comparação dos resultados.

## V. REFERÊNCIAS

- [1] Aguilar, S, M, S.; Guimarães, I, F, G.; Shuchter, D, de C.; Mendes, L, G. Avaliação dos benefícios da aplicação da simulação, através do software arena 10.0, em uma empresa de transporte ferroviário. XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. A engenharia de Produção e o Desenvolvimento Sustentável: Integrando Tecnologia e Gestão. BA, Brasil. 06 a 09 de outubro. 2009.
- [2] Harrel, C.H.; Tumay, K. Simulation made easy: a manager's guide. Engineering and Norcross; Management Press, 1995.
- [3] Davenport, T. H. Reengenharia de processos, Rio de Janeiro: Campus, 1994.
- [4] Hammer, M.; Champy, J. Reengenharia: revolucionando a empresa em função dos clientes, da concorrência e das grandes mudanças da gerência. Rio de Janeiro: Campus, 1994.
- [5] Soliman, F. Optimum level of process mapping and least cost business process reengineering. International Journal of Operations Production Management, p.810-816, 1999.
- [6] Cantú-González, J. R.; García, M. C. G.; Herrera, J. L. B. Simulación de procesos, una perspectiva en prol del desempeño operacional. Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa. n.. 04, p. 2007.
- [7] McLellan, C.; Leong, S. The Role of Simulation in Strategic Manufacturing. Proceedings of the 33rd Conference on Winter Simulation, 1478-1486, 2001
- [8] Fioroni, M.M. Simulação em ciclo fechado de malhas ferroviárias e suas aplicações no brasil: avaliação de alternativas para o direcionamento de composições. Tese de Doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007.
- [9] Silva, L, M, F, E.; Pinto, M, de G.; Subramanian, A. Utilizando o softwares arena como ferramenta de apoio ao ensino em engenharia de produção. XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. A energia que move a produção: um diálogo sobre integração, projeto sustentabilidade. PR, Brasil. 09 a 11 de outubro de 2007.
- [10] Moreira, C. M. Estratégias de Reposição de Estoques em Supermercados: avaliação por meio de simulação. Dissertação (Mestrado em Eng. Produção), 2001.



## Concrete curing analysis for high durability of structural concrete

Leilson Nascimento de Oliveira<sup>1</sup>, Charles Ribeiro de Brito<sup>2</sup>, Giuliana Leitão Oliveira<sup>3</sup>,  
David Barbosa de Alencar<sup>4</sup>, Manoel Henrique Reis Nascimento<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Master's student-Northern University Center UNINORTE - Manaus-AM.

<sup>2</sup> Teacher Advisor - Northern University Center UNINORTE - Manaus-AM.

<sup>3</sup> Co-Advisor - Northern University Center UNINORTE - Manaus-AM.

<sup>4,5</sup> Institute of Technology Galileo of Amazon ITEGAM - Manaus-AM.

Email's: [leilson.oliveira201415@gmail.com](mailto:leilson.oliveira201415@gmail.com), [Charles.brito@uninorte.com.br](mailto:Charles.brito@uninorte.com.br), [giulianaoliveira2014@gmail.com](mailto:giulianaoliveira2014@gmail.com),  
[david002870@hotmail.com](mailto:david002870@hotmail.com), [hreis@gmail.com](mailto:hreis@gmail.com)

### ABSTRACT

**Received:** January 07<sup>th</sup>, 2019

**Accepted:** January 20<sup>th</sup>, 2019

**Published:** March 31<sup>th</sup>, 2019

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM).

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International

License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Concrete is the second material most consumed in the world, losing only to water, and currently its consumption is in the order of 19 billion tons per year. Concrete has been widely used for its versatility, durability and performance. Specifically in concrete, techniques are sought to reduce its permeability, since this provides greater mechanical strength and durability. For this, it is necessary to use specific additives for waterproofing by integral crystallization, which are added to the concrete trace at the time of its production. However, the objective of this article is to analyze the self-healing concrete for the durability of the structural concrete according to NBR 9575. In this way the research method used was constituted by a case study that demonstrates the importance of the process of crystallization of the concrete in the waterproofing system and the role of the technological rationalization process to which the construction industry was driven by factors such as the increase in the demand for buildings, be they residential, commercial or structural works in the cities. The results showed that the body with incorporated additive showed approximately 13% more resistance, the observation made to the naked eye and, the rupture was less sinuous than in the body of the simple trait, this suggests a more resistant cementitious paste after the addition of the crystallizing.

**Keywords:** Concrete, Self-healing, Crystallizing.

## Análise do concreto Autocicatrizante para alta durabilidade do concreto estrutural

### RESUMO

O concreto é o segundo material mais consumido no mundo, perdendo apenas para a água, sendo que atualmente o seu consumo é da ordem de 19 bilhões de toneladas ao ano. O concreto vem sendo largamente utilizado, por sua versatilidade, durabilidade e performance. Especificamente no concreto, buscam-se técnicas para a diminuição de sua permeabilidade, uma vez que isso propicia maiores resistências mecânicas e durabilidade. Para tal, faz-se necessário o uso de aditivos específicos para impermeabilização por cristalização integral, os quais são adicionados ao traço do concreto no momento de sua produção. Contudo, o objetivo deste artigo é analisar o concreto auto-cicatrizante para durabilidade do concreto estrutural de acordo com a NBR 9575. Desta forma o método de pesquisa utilizado, constituiu-se por um estudo de caso que demonstra a importância do processo de cristalização do concreto no sistema de impermeabilização e o papel do processo de racionalização tecnológica ao qual a indústria da construção civil foi conduzida por fatores como o aumento da demanda de construções, sejam elas de cunho habitacional, comercial ou obras de estrutura nas cidades. Com os resultados destacaram que o corpo com aditivo incorporado mostrou aproximadamente 13% a mais de resistência, a observação feita a olho nu e, a ruptura foi menos sinuosa que no corpo do traço simples, isto sugere uma pasta cimentícia mais resistente após a adição do cristalizante.

**Palavras-Chave:** Concreto, Autocicatrizante, Cristalizante.

## I. INTRODUÇÃO

Há décadas a indústria do cimento é tida como um bom indicador do desenvolvimento de um país, uma vez que seu consumo está uniformemente ligado à renda per capita. Ele, o cimento, atua nas modificações futuras de um local ou país, e sua indústria é refém de vários fatores como demanda, reservas de matérias-primas, acesso ao mercado e condições econômicas de cada região [1].

Com as significativas mudanças globais, muito da potência deste mercado passou a ser dos países emergentes, especialmente a China e a Índia. Estes mercados, ditos emergentes, consomem uma fatia de aproximadamente 70% da produção global, como no caso da China, que tem 6 empresas entre as 10 maiores empresas consolidadas no mundo. Já na América Latina, os maiores produtores são o Brasil e o México que, juntos, produzem aproximadamente 3% de toda produção mundial [2].

As principais matérias-primas do cimento Portland são o calcário e a argila, e os mesmos são abundantes em reservas mundiais. As principais limitações à produção são a composição química dessas rochas e a distância imposta entre as jazidas de extração e os mercados consumidores, o que de certa forma obriga que aproximadamente 90% das produções sejam destinadas ao próprio mercado interno do país que o produziu. As explicações para um consumo tão elevado podem ser resumidas a três aspectos próprios e característicos do concreto: sua plasticidade no estado fresco, o que nos permite moldar elementos estruturais de diferentes tamanhos e formas; sua resistência à água, o que é um grande diferencial em relação ao aço; baixo custo e disponibilidade de material [3].

Margeada por altos índices de oscilação, provenientes em parte pelo setor financeiro, interesse social, ambiental e econômico, capacitação de profissionais e investimentos em novas tecnologias construtivas; a indústria da construção civil é forçada a primar e zelar mais e mais por qualidade [4].

No mundo da construção civil muitas são as preocupações com qualidade e durabilidade, seja qual for o tamanho da obra ou fim a que se destina. Ao garantir que estes alvos sejam atingidos, outro objetivo é alcançado, como a garantia do melhor desempenho que, além de cumprir a norma NBR 15575, também minimiza os custos com manutenção. Haja vista que as obras feitas a partir de concreto utilizando cimento Portland eram usualmente vítimas de patologias, em sua maioria advindas de falta de técnicas de impermeabilização e a inobservância de detalhes de projeto [5].

O concreto, sendo universalmente usada como material de construção e devido a sua importância, continuará a exigir mais pesquisas para resolver o inevitável problema do fissuramento [6]. No entanto, seria interessante que os efeitos de autocicatrização de fissuras no concreto fossem estabelecidos na forma de uma tecnologia de concretos autocicatrizantes, baseada em pesquisas teóricas e experimentais, através de uma discussão abrangente das leis que regem os processos químicos, físicos e biológicos envolvidos nestes fenômenos, de modo que fosse estabelecido, quais os parâmetros para o estudo de traços de concretos de concretos autocicatrizantes de alto desempenho visando projetar estruturas de concreto submetidas à exposição contínua à água mais duráveis [7].

Com o exposto, o objetivo geral é analisar o concreto auto-cicatrizante para durabilidade do concreto estrutural de acordo com a NBR 9575. Desta forma o método de pesquisa utilizado, constituiu por um estudo de caso que demonstrará a

importância do processo de cristalização do concreto no processo de impermeabilização e o papel de destaque do processo de racionalização tecnológica ao qual a indústria da construção civil foi conduzida por fatores como o aumento da demanda de construções, sejam elas de cunho habitacional, comercial ou obras de estrutura nas cidades. Este avanço tecnológico levou a produção de novos componentes, os aditivos, que misturados ao cimento e a água na proporção correta, mão de obra adequada, além da plasticidade característica do concreto, culminam em resistência e durabilidade que permitem feitos de beleza e relevância incomensuráveis a humanidade.

De acordo com o estudo de caso destacam-se que o corpo com aditivo incorporado mostrou aproximadamente 13% a mais de resistência, e a observação feita a olho nu e que a ruptura foi menos sinuosa que no corpo do traço simples, talvez isto indique uma pasta cimentícia mais resistente após a adição do cristalizante.

## II. DESENVOLVIMENTO

### II.1 ADITIVOS

Coutinho [8] cita que o uso de aditivos em concretos é tão antigo quanto o do próprio cimento, os romanos adicionavam clara de ovo, sangue, banha ou leite aos concretos para melhorar a trabalhabilidade das misturas (p.610).

A NBR 11768 [9], define o aditivo como produto que adicionado em pequena quantidade os concretos de cimento Portland modificam algumas de suas propriedades, no sentido de melhor adequá-las a determinadas condições.

Tabela1: Classificação dos aditivos.

TIPO	DESCRIÇÃO
Plastificante (tipo P)	Possibilita a redução de, no mínimo, 6% da quantidade de água de amassamento para produzir certo concreto com determinada consistência;
Retardador (tipo R)	Aumenta os tempos de início e fim de pega do concreto;
Acelerador (tipo A)	Diminui os tempos de início e fim de pega do concreto e acelera o desenvolvimento das suas resistências iniciais;
Plastificante retardador (tipo PR)	Combina os efeitos dos aditivos plastificantes e retardador;
Plastificante acelerador (tipo PA)	Combina os efeitos dos aditivos plastificantes e acelerador;
Aditivo Incorporador de ar (tipo IAR)	Incorpora pequenas bolhas de ar ao concreto;
Aditivo Super plastificante (tipo SP)	Possibilita a redução de, no mínimo, 12% da quantidade de água de amassamento para produzir certo concreto com determinada consistência;
Aditivo Super plastificante retardador (tipo SPR):	Combina os efeitos dos aditivos super plastificantes e retardador;
Aditivo Super plastificante acelerador (tipo SPA):	Combina os efeitos dos aditivos super plastificantes e acelerador;

Fonte: [9].

Os aditivos para concretos, portanto, são utilizados para diminuir os poros capilares superficiais em parte ou em toda a estrutura. Seja na versão líquida ou em pó, a proporção de mistura é normalmente um percentual sobre o peso de cimento utilizado no traço [10].

### II.1.1 ADITIVO CRISTALIZANTE

São vários os produtos existentes que visam à impermeabilização e proteção das estruturas da construção civil para aumentar a durabilidade e vida útil de uma estrutura. Atualmente, no Brasil, o produto mais conhecido e utilizado são as mantas asfálticas, mas também existem diversos outros como as argamassas poliméricas, asfaltos elastoméricos, poliuréias, poliuretanos, etc [11].

Para [12] diversos fatores podem comprometer o desempenho desses materiais como, por exemplo, o intemperismo, a deterioração pelos agentes presentes na água armazenada ou no lençol freático, a mão de obra desqualificada etc.

O aditivo cristalizante é um líquido amarelado, à base de silicatos ativos que ao entrar em contato com o cimento já hidratado ou no momento da hidratação formam cristais que entopem os poros da estrutura, impedindo assim a penetração da água sob alta pressão e com efeito permanente. No caso de novas fissuras com dimensão de até 0,4 mm, forma uma nova cristalização e conseqüente barreira impermeabilizante [13].

## II.2 ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DO CONCRETO

### II.2.1 ENSAIO DE RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO

De acordo com a NBR 5739 [14] a resistência à compressão é denominada  $f_c$  é a característica mecânica mais importante, onde para estimá-la em um lote de concreto, são moldados e preparados corpos de prova para ensaio.

Os corpos de prova padrão é o cilíndrico, com 15 cm de diâmetro e 30 cm de altura, e a idade de referência para o ensaio é 28 dias. Após ensaio de um número muito grande de corpos-de-prova, pode ser feito um gráfico com os valores obtidos de  $f_c$  versus a quantidade de corpos de prova relativos a determinado valor de  $f_c$ , também denominada densidade de frequência. A curva encontrada denomina-se Curva Estatística de Gauss ou Curva de Distribuição Normal para a resistência do concreto à compressão [15].

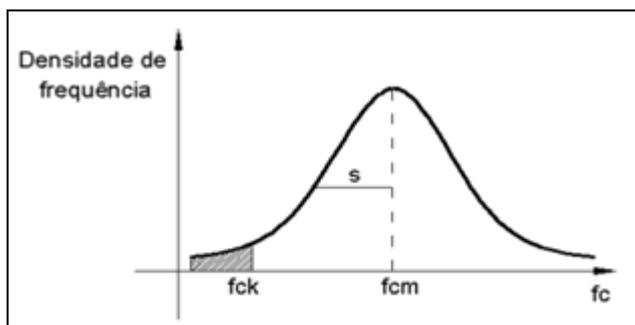


Figura 1: Curva de Gauss para a resistência do concreto à compressão.  
Fonte: [15].

De acordo com a NBR 5739 [14] na curva de Gauss encontram-se dois valores de fundamental importância:

resistência média do concreto à compressão,  $f_{cm}$ , e resistência característica do concreto à compressão,  $f_{ck}$ . O valor  $f_{cm}$  é a média aritmética dos valores de  $f_c$  para o conjunto de corpos de prova ensaiados, e é utilizado na determinação da resistência característica,  $f_{ck}$ , por meio da fórmula:

$$f_{ck} = f_{cm} - 1,65s \quad (1)$$

O desvio-padrão  $s$  corresponde à distância entre a abscissa de  $f_{cm}$  e a do ponto de inflexão da curva (ponto em que ela muda de concavidade). O valor 1,65 corresponde ao quantil de 5%, ou seja, apenas 5% dos corpos de prova possuem  $f_c < f_{ck}$ , ou, ainda, 95% dos corpos de prova possuem  $f_c \geq f_{ck}$ . Portanto, pode-se definir  $f_{ck}$  como sendo o valor da resistência que tem 5% de probabilidade de não ser alcançado, em ensaios de corpos de prova de um determinado lote de concreto.

### II.2.2 ENSAIO DE RESISTÊNCIA A TRAÇÃO DO CONCRETO POR COMPRESSÃO DIAMETRAL

Para [16] a resistência à tração possui o mesmo procedimento ao da compressão. O concreto possui uma resistência à tração bem menor que à compressão, suportando apenas de 7% a 11% da carga que suportaria a compressão. Dessa maneira, os projetistas desconsideram a resistência à tração do concreto em seus projetos como maneira de aumentar a segurança à estrutura.

De acordo com a norma NBR 7222 [17] o corpo de prova é colocado horizontalmente entre os pratos da prensa e a força é aplicada até ser realizada a ruptura, conforme a Figura 2.

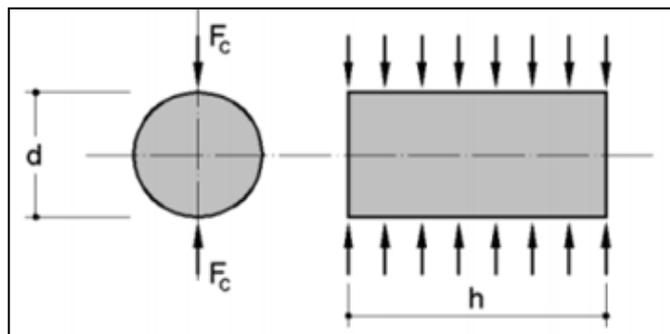


Figura 2: Ensaio de tração por compressão diametral.

Fonte: [17].

### II.3 IMPERMEABILIZAÇÃO DO CONCRETO POR CRISTALIZAÇÃO

A impermeabilização do concreto por cristalização se dá através de um traço de concreto. Os materiais que o constituem e os aditivos especiais possuem uma proporção ideal, de maneira que o concreto no estado endurecido terá menor permeabilidade se comparado ao comum que através do empacotamento dos grãos de seus constituintes, alguns componentes do traço possuem a capacidade de reagir na presença de água e formar cristais insolúveis nos poros capilares e nas fissuras [18].

A cristalização é usada na proteção da impermeabilização do concreto e na recuperação de manifestações patológicas. A aplicação de impermeabilização do concreto por cristalização inibe as patologias e bicheiras no

concreto, o produto é específico para aplicação na superfície do concreto [19].

Para [19]: *Afirma que impermeabilizações por cristalização é executada por meio de adição no concreto, onde por meio da adição, são perenes já que esta estará incorporada ao concreto, e não será comprometida enquanto a estrutura não sofrer danos. Em contrapartida, as membranas necessitam de manutenções ao longo dos anos, pois podem apresentar problemas de envelhecimento conforme as condições as quais estarão submetidas e ao tipo de proteção que obtém.*

Segundo [20] caracteriza que o principal benefício do impermeabilizante por cristalização na mistura é devido à formação de cristais insolúveis nos poros do concreto, esses compostos químicos ativos reagem com a umidade e com os subprodutos do cimento produzindo a estrutura cristalina, não solúvel, que fica integrada ao concreto.

### III. MATERIAIS E MÉTODOS

O método adotado para aplicar seguirá as seguintes etapas:

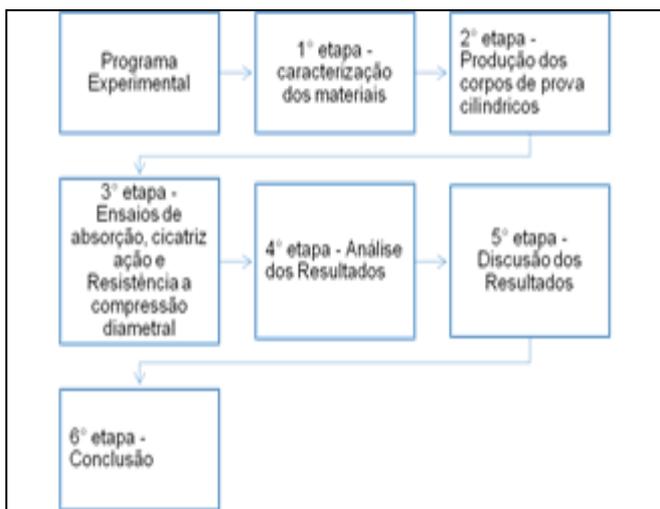


Figura 3: Etapas do Programa Experimental.

Fonte: Autores, (2018).

Na primeira 1ª parte desenvolveu um estudo experimental com base na literatura sobre o concreto cicatrizante, os aditivos e os ensaios técnicos. Verificando a possibilidade de utilizar o concreto cicatrizante como reforço estrutural em fissuras.

Na 2ª etapa foi produzida corpos de prova cilíndricos utilizando o aditivo cicatrizante para realizar o comparativo. A 3ª etapa é a realização dos ensaios de resistência a compressão diametral de acordo com a NBR 5739, NBR 9778 de absorção de água e ensaio de autocicatrização. A 4ª etapa do trabalho identifica a análise do resultado realizado através dos ensaios. Na 5ª etapa mostra a discussão do resultado e pôr fim a 6ª etapa nos traz as conclusões finais do estudo de caso realizado.

#### III.1 ESPECIFICAÇÕES E CARACTERIZAÇÃO DO MATERIAL

Para realização dos 6 Corpos de Prova foram utilizados os seguintes materiais.

Tabela 2: Materiais para os corpos de prova

MATERIAL	CARACTERIZAÇÃO	QUANTIDADE
Cimento Portland	Mizu CPI S - 40	13,44 kg
Aditivo Cristalizante	Penetron Admix	680g
Aditivo retardador	Marca Mira RT 100	216 g
Agregado Fino	Areia Branca	27,28 kg
Água	Oriunda do abastecimento da concessionária local	47,80 kg

Fonte: Dados Coletados na empresa Konkrex, (2018).

O traço adotado seguiu as especificações cedidas pela concreteira Konkrex, de acordo com a dosagem experimental realizada pela empresa, seguindo os parâmetros das proporções especificadas na Tabela 2, para a confecção do concreto com resistência nominal de 30 MPa.

Tabela 3: Tabela de Proporção.

Tabela de Proporção						
Produto	Cimento	Areia	Seixo	Água	Aditivo	Plastificante
Proporção	1	2	3,5	0,55	0,1	0,8

Fonte: Dados Coletados na empresa Konkrex, (2018).

#### 3.2 EQUIPAMENTOS

Para a realização do ensaio de Slump Test e dosagem e mistura do concreto utilizaram-se os seguintes equipamentos.

Tabela 4: Equipamentos e ferramentas.

EQUIPAMENTOS	QUANTIDADE
Balde metálico para concreto 10L marca Wonder	01 peça
Balança digital para capacidade 200k marca Toledo	01 peça
Balança digital analítica com 15k marca Toledo Prix	01 peça
Colher de pedreiro reta 9" Tramontina	01 peça
Colher dosadora marca Tramontina	01 peça
Betoneira desmontável 130L marca CSM	01 peça
Proveta graduada em polímero PP	01 peça
Conjunto de cone de Abrams marca MATEST	01 peça

Fonte: Autores, (2018).

Estes equipamentos atendem as necessidades da NBR 12655 – Preparo e controle e recebimento, NM – 67 – Ensaio de abatimento do concreto (Slump Test), NBR 5738 – Preparo e moldagem de corpo de prova.



Figura 4: (A) Conjunto de cone de Abrams marca MATEST. (B) Betoneira 130L.  
Fonte: Autores, (2018).

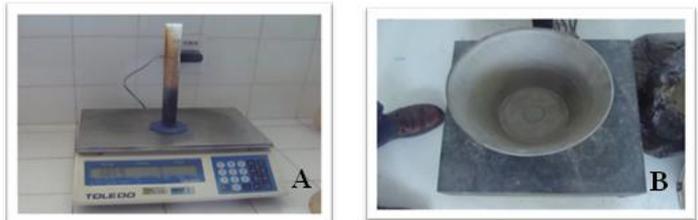


Figura 5: (A). Balança digital analítica e proveta graduada. (B) Balde metálica para concreto 10L.  
Fonte: Autores, (2018).

### III.3. PROGRAMA EXPERIMENTAL

#### III.3.1 PREPARO E CONTROLE DO CONCRETO NBR 12655/15 SEM ADITIVO CRISTALIZANTE

Para confecção do concreto e moldagem, dos corpos de prova e ensaios, foram confeccionados aproximadamente 48kg de concreto com Fck estimado de 30Mpa.

Inicia-se o preparo de limpeza da betoneira para garantir a inexistência de corpos estranhos ao traço. De acordo com NBR 12655 [21] para procedimento do preparo do concreto utilizou-se 1,84 kg de água equivalente a 50% do que seria usado no processo. Acrescentou-se o agregado graúdo (Seixo 19mm) em sua totalidade de 23,900 kg. Para o agregado miúdo (Areia branca de granulometria de 0,25mm) também em sua totalidade de 13,640kg e todo o cimento (CPI- S- 40) 6,72kg, foram adicionados na betoneira. Após homogeneizar por aproximadamente cinco minutos, acrescentou-se 25% de água que equivale a 920g. Para promover a fluidez da mistura. Após a homogeneização adicionou-se o restante dos 25% da água e por fim o retardador de pega (Mira RT – 100) cerca de 54g de acordo com a NBR 11768 [22], continua-se homogeneizando o traço.



Figura 6: Aplicação dos agregados e mistura.  
Fonte: Autores, (2018).

#### III.3.2 PREPARO E CONTROLE DO CONCRETO NBR 12655/15 COM ADITIVO CRISTALIZANTE

Para confecção do concreto e moldagem, dos corpos de prova e ensaios, foram confeccionados mais a quantia aproximada de 48kg de concreto com Fck estimado de 30Mpa.

O procedimento utilizado foi executado com os mesmos quantitativos e procedimento para o concreto sem aditivo cristalizante. Diferindo apenas no acréscimo do aditivo cristalizante para formação de pasta nos últimos 25% de água, acrescentado a mistura. O procedimento foi executado de acordo com o fabricante onde o aditivo foi diluído em água, formando uma pasta de cor esverdeada, com odor cimentício e fluidez pastosa. Que em seguida é incorporada ao concreto que está na betoneira sendo homogeneizada na sua totalidade.



Figura 7: (A) Aditivo cristalizante em pó. (B) Pasta cimentícia esverdeada.  
Fonte: Autores, (2018).

#### III.3.3 ENSAIO DE ABSORÇÃO – NBR 9778/2009

De acordo com NBR 9778 [23], de argamassa e concretos endurecidos com determinação da absorção de água por imersão, foram realizados os ensaios de absorção total em um corpo de prova de cada traço distinto para determinação do índice de vazios.

Os corpos de prova, de medida 200 mm de altura por 100 mm de diâmetro, padrão para este tipo de ensaio. Um de cada traço foi colocado em estufa a  $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ , e tomadas medidas de massa específica após 24h, 48h e 72h, para referência utilizamos o índice de massa registrado após 72h, após a pesagem do corpo de prova já em temperatura ambiente que era de aproximadamente  $34^\circ\text{C}$ . O passo seguinte foi imergir os corpos de prova em sua totalidade em tanque de testes, onde eles ficaram até serem retirados e enxugados para suas pesagens, que ocorreram em 24h, 48h e 72h com anotação de suas massas específicas, e assim após os registros obtivemos os resultados.



Figura 8. Fases do ensaio de absorção.  
Fonte: Autores, (2018).

#### III.3.4 ENSAIO DE AUTO CICATRIZAÇÃO - FORMAÇÃO DE CRISTAIS

Teste realizado empiricamente com os corpos de prova do ensaio de absorção que foram reaproveitados. Os corpos de prova passaram pelo processo de capeamento a base de enxofre,

seguido pela retificação em faceadora, processos fundamentalmente executados com a intenção de distribuir a tensão da prensa de forma uniforme ao corpo de prova, após estes processos eles ficam lisos, planos e perpendiculares ao eixo da prensa, isto é feito para garantir resultados confiáveis aos testes de compressão.

No ato seguinte submeteu-se os corpos de prova a compressão em prensa hidráulica com uma carga de aproximadamente 15MPa, com velocidade de aplicação variando entre 0,7 e 0,80 Mpa/s, como a prensa não para até atingir a tensão ao qual o corpo de prova foi projetado para suportar, isto foi feito de forma manual acompanhando o gráfico de tensão e apertando no botão de emergência da prensa hidráulica, no justo instante em que conseguimos o que corresponde a 50% de sua capacidade total estimada, para propositalmente gerarmos microfissuras visíveis a olho nu, logo após este processo voltamos a imergir totalmente os corpos de prova em tanque, pra que pudéssemos observar a formação ou não de cristais na fissura, o que atestaria a auto cura do concreto com adição do cristalizante Penetron Admix fornecido pela AMTECH.



Figura 9: Em destaque microfissuras propositalis.  
Fonte: Autores, (2018).

### III.3.5 ENSAIO DE COMPRESSÃO DIAMETRAL – NBR 7222/11

Foram submetidos ao ensaio, dois corpos de prova, sendo um corpo de cada traço, com 3, 7 e 28 dias. Utilizou-se a prensa hidráulica. Para a obtenção da tensão necessária para romper o corpo de prova em KN, no procedimento o corpo de prova foi deitado sobre uma tira de madeira em pratos regulares, fixados a prensa hidráulica e neste momento a prensa foi ligada, a uma velocidade variando entre 0,05 e 0,02 MPa/s obedecendo a norma sem ocasionar choque e assim obtivemos o resultado do ensaio.



Figura 10: Aplicação do carregamento de compressão no corpo de prova.  
Fonte: Autores, (2018).

## IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### IV.1 ENSAIO DE SLUMP TEST

No ensaio de concreto fresco, onde naturalmente ele tem maior coesão e estabilidade e menor exsudação e segregação, o de abatimento de tronco de cone, o Slump Test, após execução ocorrida em obediência a norma, podemos observar que presença do aditivo cristalizante no traço Penetron, diminuiu a fluidez aumentando a coesão característica do traço, o que interferiu diretamente no abatimento de acordo com o tabela a seguir, mas ressaltamos que o resultado obtido foi positivo e ficou dentro do que exige a norma .

Tabela 5: Resultado do Ensaio de Slump Test com e sem aditivo cristalizante.

Slump Test	Abatimento
Traço simples	10 cm
Traço Penetron	08 cm

Fonte: Autores, (2018).

### IV.2 ENSAIO DE ABSORÇÃO

Acerca do ensaio no concreto endurecido, onde as características comuns são maior resistência mecânica, maior aderência do aço ao concreto e durabilidade. No ensaio de absorção podemos constatar depois de observada a norma para sua execução, que o traço Penetron apresentou maior resistência à absorção de água, ou seja, a cristalização total do corpo de prova mostrou com sucesso, um maior nível de proteção à permeabilidade, impedindo que o corpo de prova absorvesse a mesma quantidade de água que o corpo de prova do traço simples, outro fator a observado nesta pesquisa foi o fato de que o corpo de prova do traço Penetron reteve mais água de amassamento que o corpo de prova do traço simples, isto foi observado na pesagem dos corpos de prova secos.

Tabela 6: Resultado do ensaio de absorção

Traço	Seco	Molhado	Diferença
Simple	3,6kg	3,83kg	0,230kg
Penetron	3,69kg	3,74kg	0,05kg

Fonte: Autores, (2018).

### IV.3 ENSAIO DE CRISTALIZAÇÃO

Realizado curva de Gauss para o ensaio de cristalização, a fim de acompanhar a tensão aplicada ao corpo de prova para que pudéssemos interromper a prensa hidráulica no momento exato da fissuração planejada.

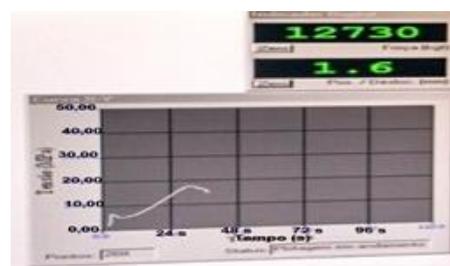


Figura 11: Curva de Gaus.  
Fonte: Autores, (2018).

#### IV.4 ENSAIO DE COMPRESSÃO DIAMETRAL

No ensaio de compressão diametral, o cristal em estado adormecido ou inativo ainda pode observar que ocorreu ruptura indireta por se tratar de um concreto de baixa resistência, outro aspecto a ser descrito é o fato de ele ter rompido de forma sinuosa, ainda que menos sinuosa que no corpo de prova do traço simples.

Tabela 7: Resultados de compressão sem aditivo e com aditivo.

Consumo Kg/m <sup>3</sup>	Sem aditivo		Com aditivo	
	7 dias	28 dias	7 dias	28 dias
200	1,36	3,89	1,75	4,23
250	2,28	4,36	2,64	4,85
300	1,73	4,23	2,11	4,54
350	2,80	5,18	3,40	5,89
400	3,34	4,50	3,84	5,03

Fonte: Autores, (2018).

#### V. CONCLUSÃO

Neste estudo podemos perceber que o uso de aditivo cristalizante integral incorporado a massa de concreto, tem seus resultados limitados aos ensaios executados, metodologia e matérias aplicadas, tendo em vista que a alteração de quaisquer um destes materiais ou ensaios feitos fora do padrão, pode nos dar um ponto fora da curva e interferir diretamente nos resultados finais. O Penetron Admix, tem por característica específica segundo o próprio fabricante, aditivo para cristalização, na mistura ao concreto para o processo de cristalização total, mostrou ser eficaz, na proteção do concreto a pressão hidrostática, tornando se parte integrante do concreto, permitindo a respiração da massa adicionada ao concreto no momento de sua produção não está sujeito a restrições climáticas e com rastreador que marca sua aplicação a estrutura, atingindo de forma segura as expectativas impostas a ele.

Em relação custo, benefício do produto nos leva a recomendá-lo certamente, e principalmente a usá-lo, na confecção de obras que atuem em contato direto com o solo, reservatórios de água, estação de tratamento de água e efluentes, piscinas, lajes de subsolo, fundações, estacionamentos subterrâneos e pré-moldados, em obras que atuem com poro pressão positiva ou negativa, na confecção do concreto para fundações profundas e etc. Ainda sobre a relação custo benefício, salienta que de acordo com estudos consultados, os custos com reparos futuros são de até 15(quinze) vezes o valor da execução correta, já que medidas preventivas são notórios. Pois evitam medidas tratativas, e projetos de impermeabilização bem executados atingem com ampla eficiência a norma de qualidade. Neste quesito, projetos de execução de impermeabilização, outro que é facilmente resolvido, já que o mercado hoje é circundado de normas claras e precisas, e caminha de forma positiva para a qualificação constante de cada vez mais especialistas no setor de execução de projetos de impermeabilização, sem esquecer-se de citar a possibilidade oferecida pela plataforma BIM de interação constante entre os diversos projetos, com a finalidade de compatibilização entre os projetos o que evita que rearranjos sejam executados à revelia do autor do projeto. O processo preparatório e de simples compreensão, pois é explicado de forma clara em seu rotulo, o que certamente conduz a uma execução correta pelo usuário,

garantindo que os resultados almejados sejam alcançados a contento, evitando patologias futuras em suas estruturas o que conhecidamente traz transtornos aos usuários. O produto incorporado ao traço reteve mais água de amassamento, diminuindo a exsudação, o que nos surpreendeu, pois, este processo pode ter alterado a microestrutura do concreto, interagindo e alterando o tamanho dos poros, interferindo talvez em sua higroscopicidade, tornando o menos suscetível a menor absorção de água. O Produto apresentou eficácia no fechamento de fissuras passivadas, claramente aceitável, pois por ter de características de um sistema de impermeabilização rígida, a impermeabilização apresenta fragilidade a oscilações térmicas, uma vez que seu fator de dilatação térmica não acompanha o do concreto, por este motivo a norma brasileira faz distinção entre os dois tipos.

A observação feita com a lente macro da câmera profissional mostrou ainda que com pouca clareza ou perfeição, a autocicatrização, de forma bem sucinta, pois no traço simples não foi possível identificar a formação de cristais, já no traço Penetron isto ocorreu, e com o tempo de exposição a ambientes úmidos esta formação de cristais se acelerou, atestando a tese de continuidade efetiva de ação do cristalizante. No ensaio de abatimento teve um desempenho melhor que o concreto simples, o abatimento e a medida da consistência do concreto, tecnicamente pela norma ele tem que ser diferente de 0 (zero) cm para ser aceito em uma obra, demonstrou ter maior coesão sem perder as características exigidas ao concreto em estado fresco apesar de o fabricante não citar isto, por este motivo no ensaio de compressão diametral, foi possível constatar um pequeno acréscimo na resistência a compressão impressa pela prensa hidráulica no corpo de prova. Contudo, o corpo com aditivo incorporado mostrou aproximadamente 13% a mais de resistência, e a observação feita a olho nu e que a ruptura foi menos sinuosa que no corpo do traço simples, talvez isto indique uma pasta cimentícia mais resistente após a adição do cristalizante.

#### VI. REFERÊNCIAS

- [1] takagi, Emilio Minoru. Concretos autocicatrizantes com cimentos brasileiros de escória de Alto-Forno ativados por catalisador cristalino. São Paulo, 2013.
- [2] Roque, J. A. (2013). Sistema construtivo em aço patinável e bloco de concreto celular autoclavado: análise de protótipo de Moradia de Interesse Social. Dissertação (Mestrado). PPGSS-ECM, Universidade São Francisco. Itatiba.
- [3] Mehta, P. Kumar; MONTEIRO, Paulo J. M. Concreto: Microestrutura, Propriedades e Materiais. 3a. ed. São Paulo: IBRACON, 2008.
- [4] Ramachandran, Santhosh K.; Ramakrishnan, V.; Bang, Sookie S. Remediation of concrete using micro-organisms. ACI Materials Journal, v. 98, n. 1, p. 3–9, 2012.
- [5] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15575: Edificações Habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.
- [6] Rilem. (2015). Self-healing phenomena in cement-based materials. Disponível em Technical Committee 221-SHC: <[http://www.rilem.net/gene/main.php?base=8750&gp\\_id=228](http://www.rilem.net/gene/main.php?base=8750&gp_id=228)>. Acessado em: 10 de Set 2018.

- [7] Britez, C. Et Al. Estanqueidade de lajes de subpressão. Caso MIS-RJ. Rev. IBRACON Estrut. Mater. [online]. 2014, vol. 7, n. 6, p. 913-921. ISSN 1983-4195.
- [8] Coutinho, A. S. Fabrico e Propriedades do Betão. Vol. I. ed. LNEC. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil. 20172 610 p.
- [9] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 11768 - Aditivos para concreto de cimento Portland. Rio de Janeiro, 1992.
- [10] Diprotec. Produtos técnicos da construção. Disponível em:<<http://www.diprotec.com.br/produto/aditivos-impermeabilizantes-para-concreto/>>. Acessado em: 11 de Set 2018.
- [11] Alves, J.D. Manual de Tecnologia do Concreto. 3º ed. Goiânia, Editora UFG, 2013.
- [12] Bolesky, Karina Matias. A implementação e o Uso da Modelagem da Informação da Construção em Empresas de Projeto de Arquitetura. São Paulo, 2016.
- [13] Tecnorap. Sistemas Construtivos. Disponível em:<<https://www.tecnorap.com.br/solucaocristalizante>>. Acessado em: 15 de Set 2018.
- [14] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5739 – Ensaio de compressão de corpo de prova cilíndrico. Rio de Janeiro, 2007.
- [15] Varella, W. D. Entenda a execução da estrutura do Museu da Imagem e do Som no Rio de Janeiro. Rev. Téchno Educação. [online]. Ed. 206, maio/2014.
- [16] Oliveira, Ana Luiza Alves de. A influência do aditivo cristalizante nas propriedades do concreto fresco e endurecido. Brasília, 2014.
- [17] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7222 - Concreto e argamassa. Determinação da resistência a tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricas. Rio de Janeiro, 2011.
- [18] Votorantim. Quando recorrer à impermeabilização por cristalização Disponível em: <<http://www.votorantim.com.br/>>. Acessado em: 16 de Set 2018.
- [19] Poglioli, Flávia Spitale Jacques. Durabilidade de estruturas de concreto em usinas siderúrgicas. Tese de Monografia. Belo Horizonte, 2009.
- [20] PEREIRA, F.S. Da C. Impermeabilização do concreto por cristalização. Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Norte. Natal, 2013.
- [21] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12655 – Concreto de cimento Portland – preparo e lançamento. Rio de Janeiro, 2015.
- [21] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 11768 – Aditivos de Concreto de Cimento Portland. Rio de Janeiro, 2011.
- [23] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9778 – Argamassa e concreto endurecido. Rio de Janeiro, 2009.



## Study of the phenomenon of frailty of the Bead (MOLE) in the manufacture of bicycle tyres

Jerfeson de Barros Soprano<sup>1</sup>, José Antonio da Silva Souza<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará (PPGEP/ITECUFPA). Bairro Guamá. CEP: 66075-110. Caixa Postal 479. PABX +55 91 3201 7000. Belém – Pará – Brasil

Email: [jerfeson.bsoprano@gmail.com](mailto:jerfeson.bsoprano@gmail.com), [jass@ufpa.br](mailto:jass@ufpa.br).

### ABSTRACT

Received: October 11<sup>th</sup>, 2018

Accepted: November 01<sup>th</sup>, 2019

Published: March 31<sup>th</sup>, 2019

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM).

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

Over the years the tyre has evolved gradually and with this every day gains new shapes and models. However, even with all technology and evolution in the machines that produce it in the company Levorin, is happening a phenomenon called Mole bead. Thus, the present research was developed with the purpose of identifying the possible causes that are generating the defect of the soft bead, in the production line of the factory where bicycle tires are made, aiming to eliminate the defect (s) and how Consequences stop wasting materials, time and manpower. The efficacy of the research was assessed through participatory research and application of a questionnaire. With this research it was possible to perceive that the problem of the soft bead phenomenon occurred due to a misalignment (height and width) in the bases where the chestnuts are fixed. There was also a lack of regulators to fix housing adjustment. And the pre-conformator chestnuts were also not compatible with their measurement. Thus, the alignments of the chestnuts arms, the production of chestnuts with dimensional by measure and the manufacture of regulators were performed.

**Keywords:** Tires, Processes, Mole bead.



## Estudo do fenômeno de fragilidade do talão (talão mole) na fabricação de pneu de bicicleta

### RESUMO

Ao longo dos anos o pneu vem evoluindo de forma gradativa e com isso a cada dia ganha novas formas e modelos. Entretanto, mesmo com toda tecnologia e evolução nas máquinas que o produzem na empresa Levorin, está acontecendo um fenômeno chamado Talão Mole. Desta forma, a presente pesquisa foi desenvolvida com o propósito de Identificar as possíveis causas que estão gerando o defeito do talão mole, na linha de produção da fábrica onde são confeccionados pneus de bicicletas, visando eliminar o(s) defeito(s) e como consequências deixar de desperdiçar materiais, tempo e mão de obra. A eficácia da pesquisa foi avaliada através de uma pesquisa participativa e aplicação de questionário. Com a presente pesquisa foi possível perceber que o problema do fenômeno de talão mole ocorria em decorrência de um desalinhamento (altura e largura) nas bases onde são fixadas as castanhas. Também havia uma falta de reguladores para fixar a regulagem de acomodação da carcaça. E as castanhas do Pré-Conformador também não eram compatíveis com a sua medida. Dessa forma, foram realizados os Alinhamentos dos Braços das Castanhas, a Confeção de Castanhas com dimensional por medida e Confeção de reguladores.

**Palavras-Chave:** Pneus, Processos, Talão Mole.

### I. INTRODUÇÃO

Sabe-se que a modernização chegou a vida de todos. É uma questão de necessidade. No tocante a isto, pode-se destacar a evolução do uso do pneu. Hoje ele se encontra muito mais presente em nossas vidas, tornando bem maior a sua utilidade,

bem como também uma grande preocupação com o seu descarte. [1].

Com o passar dos anos as empresas fabricantes de pneus começaram a investir em equipamentos mais modernos e novas tecnologias. De acordo com a [2], essa nova visão sobre a importância do conforto e mais modernização nos pneus, se deu

com Robert W. Thompson, o qual era um engenheiro, e foi considerado o criador do primeiro pneu de borracha inflado com ar. Sua invenção se deu a partir da década de 1930, a partir de então a evolução dos pneus não parou mais de acontecer. Anos mais tarde nascia o primeiro inforu de borracha sintético. Começava aí uma nova concepção e uma feroz mudança sobre o universo dos pneus [3].

Uma década depois, a mesma BF Goodrich, lança o primeiro pneu sem câmara, mais uma revolução para o mercado. Nos anos seguintes, o pneu continuou evoluindo ganhando novas formas e tecnologias – com aperfeiçoamentos em seu desempenho, mais resistência devido ao impacto com o solo e também em suas rodagens. De acordo com a empresa [4], o pneu tornou-se item indispensável na vida cotidiana dos seres humanos, pois é algo indispensável para a logística em geral. Hoje seus fabricantes procuram a cada dia melhorar suas produções produzindo um produto com maior segurança, conforto e durabilidade.

Sobre essa perspectiva, [5], apresenta um pensamento bastante pertinente. Segundo a autora “tanta modernidade trouxe um problema para o meio ambiente. Ao longo dos tempos, encontrar uma destinação correta para pneus usados e seus componentes se tornou algo imprescindível para colaboração da preservação ambiental”. De acordo com dados de [6], “estimativas indicavam que são gerados 35 milhões de carcaças de pneus anualmente; e que existem mais de 100 milhões de pneus abandonados em todo o país”.

Pensando nisso, algumas empresas fabricantes de pneus oferecem várias opções de reaproveitamento para solucionar esse problema. Segundo [7], hoje já existem, recapagem, recauchutagem e remoldagem. Todos estes processos são já são realizados no Brasil, seguindo o mesmo padrão de reforma dos EUA e dos países mais desenvolvidos da Europa. Segundo afirma a ABR2 (Associação Brasileira de Recauchutadores, Reformadores e Remoldadores de Pneus), reformar pneus é uma opção econômica, segura e ecologicamente correta. Portanto, deveria ser mais utilizada pelos órgãos públicos.

Dessa forma, percebe-se o quão complexo é o processo de fabricação e modernização de um pneu, pois, envolve alta tecnologia e várias etapas, pois o mesmo possui vários tipos de materiais e compostos de borracha para otimizar sua performance.

Sob esse viés, mesmo com toda a tecnologia utilizada nos pneus da empresa aqui pesquisada, foi identificado uma alteração no sistema de produção dos pneus, aqui denominado “Fenômeno de Talão Mole”, o qual está prejudicado a produção dos mesmos.

A seguir é apresentado o conceito de Talão Mole. A saber:

## II. CONCEITO DE TALÃO MOLE

É um fenômeno que se caracteriza pelo deslocamento – descentragem do talão em parte da sua circunferência em um ou dois lados do talão. Dessa forma, a sustentação do talão não acontece, pois, a região dos pneus fica flexível, o que gera o defeito nos pneus [8] (Levorin, 2017).

### II.1 A GESTÃO DE PESSOAS, OS PROCESSOS E A QUALIDADE NA PRODUÇÃO DE PNEUS DE BICICLETAS.

Todo e qualquer produto que é posto à venda, precisa e deve ser de qualidade. Reportando-nos a produção de pneus, esta não poderia ser diferente. Aqui a atenção, preocupação, e bom senso, são essenciais para um resultado satisfatório tanto do

produtor como do cliente, neste sentido, pode-se dizer que a mão de obra se faz essencial para o resultado final.

Hoje as empresas visam encontrar funcionários multifacetados, ou seja, aqueles que se envolvem e se entregam ao processo de forma arrojada, com censo de liderança, motivadores. Que ajudam aos colegas de trabalho a sentirem-se capazes de participar do processo produtivo da empresa de forma ativa do início ao fim.

[9], apresentam uma visão bastante pertinente quanto a isso ao afirmar que: “Com o aumento do uso dos recursos tecnológicos e com o forte movimento para “que tudo saia da melhor forma” com eficiência e eficácia, as organizações não estão buscando mais profissionais que apenas desempenhem bem uma função, querem um funcionário que possa agregar valor e que tenha espírito de equipe, ou seja, que se relacione bem com outros colaboradores”. Assim, um dos grandes desafios dos gestores nas organizações da atualidade é gerir negócios que possam ir além dos resultados e dos lucros. Essa evolução e a mudança de pensamento não acontecem apenas em relação aos setores de trabalho e às atividades desempenhadas em si, mas também na gestão que valoriza os colaboradores.

Sabe-se que o poder de liderança é um fator mais que mobilizador dentro de qualquer ambiente. Principalmente em se tratando de trabalho organizacional. Pessoas que são capazes de realizar várias atividades e que estejam realizadas com excelência, elevam o crescimento de qualquer indústria. Hoje o que mais se prioriza são funcionários que se envolvem no processo, bem como motivam os colegas a se sentirem capazes de fazer o mesmo. Pessoas assim, são fundamentais para o bom andamento do serviço e da qualidade de tudo aquilo que é produzido pelo aquele setor da empresa.

Na visão do autor supracitado, as empresas que só visam lucro, produção e redução de gastos, sem se preocupar com as pessoas, para além de suas funções e de seus trabalhos, perdem em planejamento, em comunicação e o principal: em motivação profissional. Hoje as organizações que conquistem sucesso são as que valorizam a qualidade dos trabalhos e apresentam ações voltadas para a motivação e satisfação dos colaboradores.

Considerando este contexto, neste capítulo será apresentado, e discutido a importância da qualidade de um produto e o formato de como acontecem os processos de produção dos pneus de bicicletas dentro num sistema organizacional.

Nesse contexto [10], comenta que “em muitas organizações falava-se, até pouco tempo, em “relações industriais”, uma espécie de visão burocratizada que vem desde o final da revolução industrial e que encontrou seu auge na década de 1950, época marcada pelo grande desenvolvimento do Brasil e período de transição das guerras mundiais”. Em outras organizações fala-se em administração de recursos humanos, uma visão mais dinâmica que predominou até 1990 e foi adotada por algumas empresas mais sofisticadas em administração de pessoas, que tendiam a considerar sim o ser humano como dotado de habilidades e capacidades intelectuais”.

Desde muito tempo atrás que as relações entre empregador e empregado vem tentando se estreitar para um melhor resultado entre beneficiador e beneficiado. Sem a justificativa de que os fins justificam os meios, todos os envolvidos nesse processo de industrialização de produtos, buscam, no final, o melhor resultado que é o produto de qualidade. Assim, busca-se qualificar a mão de obra para que os rendimentos sejam cada dia maiores. Empregados que tenham

características de liderança são fundamentais para o sucesso do negócio.

O retorno e o desenvolvimento das atividades diárias se alteram quando a satisfação dos mesmos se modifica. Se as pessoas se sentem recompensadas, o trabalho tende a sair de uma forma melhor. Na visão [11], “uma das melhores formas de desenvolvimento de pessoas na organização é o treinamento, processo de ensinamento para os colaboradores para o bom desempenho das ferramentas utilizadas nas atividades. Para empresas de comunicação, um bom treinamento é aquele relacionado ao atendimento ao público. Os profissionais de comunicação têm como ponto forte de suas atividades a forma de se comunicar com seus públicos. As mensagens devem ser claras e concisas já que, sem essas características, elas podem gerar duplos sentidos e alterar os processos de trabalho”.

Os investimentos na qualificação profissional são altamente importantes para o bom andamento do processo de produção dentro de uma empresa. Assim como uma boa comunicação dentro do grupo. Os processos industriais são importantes assim como a boa relação entre os funcionários e clientes. Pessoas que tem facilidade de se comunicar e se relacionar com o público são tidas como líderes natos pelos colegas de trabalho.

### III. METODOLOGIA

Nesta pesquisa foram utilizados como instrumentos de coleta de dados:

1- Levantamento bibliográfico realizado através de livros e artigos científicos como forma de dar mais sustentação teórica a esta pesquisa.

Também foi realizado uma observação participante, nos dias 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07 do mês de Abril e nos dias 24, 25, 26, 27, 28 29 e 30 de maio de 2018, em diferentes horários, na máquina de confecção da carcaça e no processo de vulcanização dos pneus. Nesse momento foi possível conversar com os

funcionários e analisar sobre os possíveis motivos para essas falhas estarem acontecendo.

2- Aplicação de Questionário (criado pelo próprio pesquisador), junto ao supervisor de produção responsável pela linha de produção e aos outros funcionários que também trabalham nesta mesma linha, nos turnos da manhã, tarde e noite com o intuito de descobrir quais as causas do problema em questão.

3- Diagrama de Ishikawa (princípios de causas e efeitos).

4- E por fim, foi proposto ideias e soluções utilizando a ferramenta 5W2H para o problema em questão.

#### III.1 JUSTIFICATIVA DA DEMANDA

Com a demanda em alta na fabricação de pneu de bicicleta, devido às pessoas procurarem outras opções de deslocamento, tanto para fugir do trânsito das grandes cidades como por uma questão de saúde, o aumento significativo na produção de pneus de bicicletas só cresceu no país nos últimos anos. Porém, um fenômeno chamado “Talão Mole” está ocorrendo na linha de produção da empresa Levorin, o que está causando vários transtornos.

Dessa forma, surgiu a necessidade da realização desta pesquisa para tentar descobrir o “Porque e Como” este fenômeno vem acontecendo. No gráfico da Figura 1 é possível perceber que o número de refugo só tem crescido na linha de produção da empresa aqui pesquisada, o qual não permite que as metas estabelecidas sejam cumpridas, gerando assim um grande transtorno, pois, os pneus produzidos não são aceitos pelos requisitos internos do padrão de qualidade da empresa. Assim, esses pneus são descartados gerando desperdícios de materiais, tempo, mão de obra, elevando o custo do produto, e ainda coloca em risco até mesmo a entrega dentro do prazo do produto para o cliente.

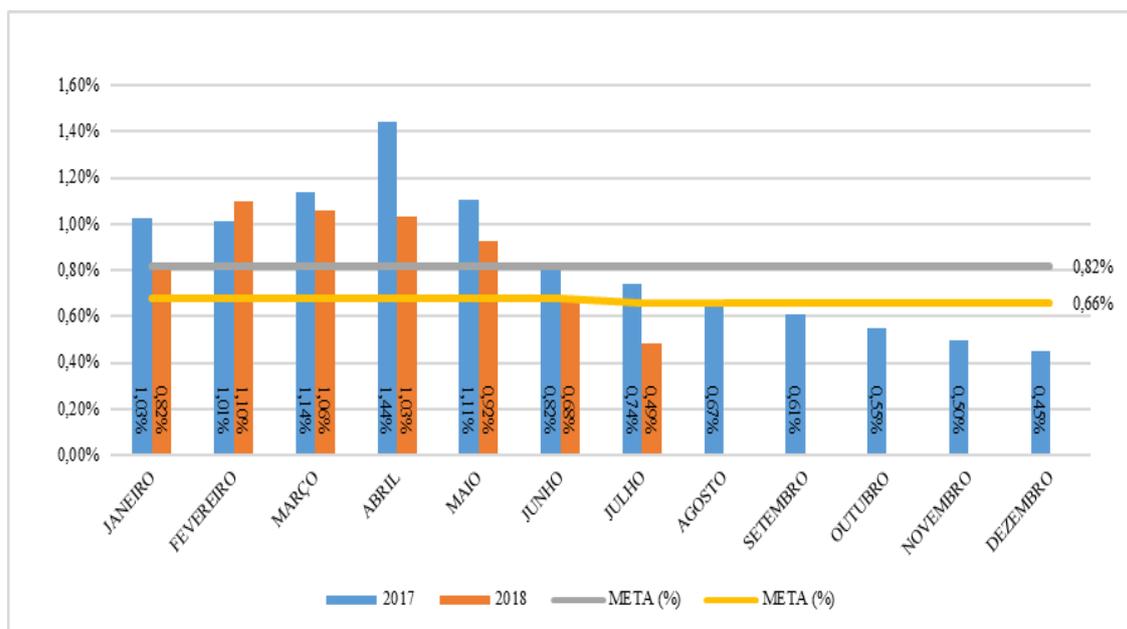


Figura 1- Demonstrativo com defeito de Talão Mole.

Fonte: Levorin (2017-2018).

#### III.2 PROBLEMA DA PESQUISA

No processo de fabricação do pneu de bicicleta estava ocorrendo um defeito chamado de talão mole, onde através de

observações e com o auxílio do Diagrama de Ishikawa (princípio de causa e efeito), foi verificado Onde, Como e em Qual momento este defeito ocorria e como consequência criar medidas para solução deste problema.

## IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### IV.1 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS PNEUS

Os componentes utilizados para a fabricação da borracha necessária à produção de pneus têm uma mistura de borracha sintética, borracha natural, óleos, enxofre, negro de fumo, óxido de zinco, entre outros componentes.

Tabela 1 - Componentes do Pneu.

Material	Pneu Ligeiro	Pneu Pesado
Borracha	47 %	45 %
Negro de Fumo	21,5 %	22 %
Aço	16,5 %	25 %
Têxtil	5,5 %	--
Óxido de Zinco	1 %	2 %
Enxofre	1 %	1 %
Aditivos	7,5 %	5 %

Fonte: Histórico Empresa Levorin (2018).

### IV.2 INDUSTRIA DE PNEUS NO BRASIL

São as empresas de grande porte que realizam a produção de pneus no Brasil e no mundo. Neste contexto, sua atividade pode assumir todas as etapas da combinação das matérias primas, como borracha natural, derivados do petróleo, aço, produtos químicos e têxtil.

É aqui onde todo o processo de industrialização do pneu acontece. Aqui são empregadas toda uma tecnologia de ponta para que pneus de diversos tamanhos e tipos para que assim, possam atender toda uma demanda de mercado. Esse mercado vem crescendo a cada dia, aja visto que a procura é sempre muito grande e muito ativa. “Com um consumo de 72, 6 milhões de unidades em 2013, resultado próximo ao recorde de 73 milhões obtidos em 2010, o país destinou 13,6 milhões de unidade da produção para exportação” [12].

Para melhor compreensão do problema aqui pesquisado, será apresentado o (passo a passo) de como ocorre todo o processo de fabricação dos pneus de bicicleta da empresa para que seja possível compreender de que forma ele se configura.

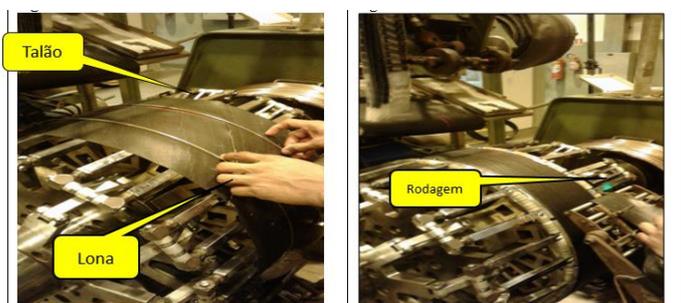


Figura 2- Confecção da Carçaça.  
Fonte: Autores (2018).

Esta etapa é de extrema importância, pois, este processo é manual e precisa de muita atenção e habilidade da mão de obra do operador. Este precisa estar sempre atento a centralização e o posicionamento correto do talão, pois, caso aja desatenção haverá um deslocamento e após a vulcanização aparecerá uma não conformidade (defeito de talão) no pneu, o que pode gerar desperdício de matéria prima, tempo e mão de obra.



Figura 3: a) Carçaça pronta b) Pré-Conformador  
Fonte: Autores (2018).

Na figura 3 é possível perceber que após a carçaça pronta, ela é posicionada em um dispositivo, onde o operador aciona um botão que exerce uma pressão sobre a mesma criando uma área e um formato que receberá a bexiga.

Após é apresentada a etapa de Conformação. Nesta fase o pneu ganha forma com a pressão exercida sobre ele, e este já recebe a bexiga dentro da carçaça, finalizando mais uma etapa do processo.

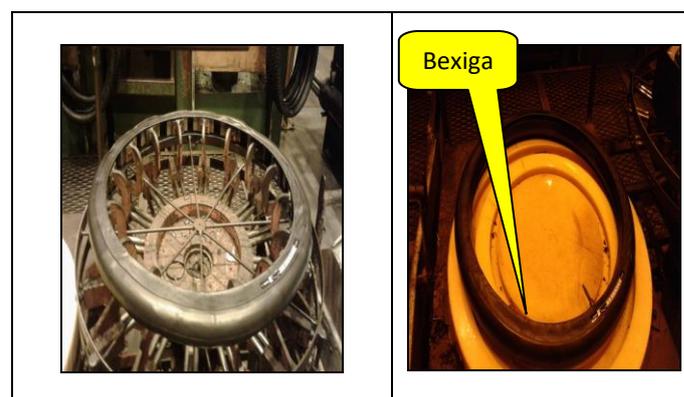


Figura 4: a) Recebe a pressão b) Recebe a bexiga  
Fonte: Autores (2018).



Figura: 5- Bexiga Inflada – Pronta para Vulcanização  
Fonte: Autores (2018).

Após essas etapas é a hora do processo de vulcanização. Esse processo é importantíssimo, pois, através dele a borracha (matéria prima) vai ser transformada em uma temperatura altíssima 180 graus, para que assim o pneu possa ser finalizado.

## IV.3 VULCANIZAÇÃO



Figura 5- Posição da Bexiga na Carça

Fonte: Autores (2018).

Figura 6 - Posição na Prensa e Vulcanização

Fonte: Autores (2018).

Ao termino de todo esse processo, vem uma etapa de extrema importância. É a análise do produto, ou seja, é realizado uma inspeção sobre todo o pneu para verificar se o mesmo foi produzido de forma perfeita ou se está com algum defeito.



Figura 7 - Pneu da Bicicleta Pronto

Fonte: Autores (2018).

Dentro da empresa aqui pesquisada existe um setor interno chamado “Garantia da Qualidade” que foi criado para garantir que os requisitos internos sejam atendidos com base nas normas regulamentadoras preconizadas pelo Imetro e pelas normas da própria empresa, como forma de garantir ainda mais qualidade do produto, para satisfazer a necessidade do cliente,

criando maior conforto, durabilidade e confiança nos produtos.

Abaixo é apresentado uma amostra da verificação de conformidade e a outra um pneu que foi reprovado com o defeito de talão mole.



Figura 8 - Verificação de conformidade

Fonte: Autores (2018).

Figura 9 - Reprovado-Com talão Mole

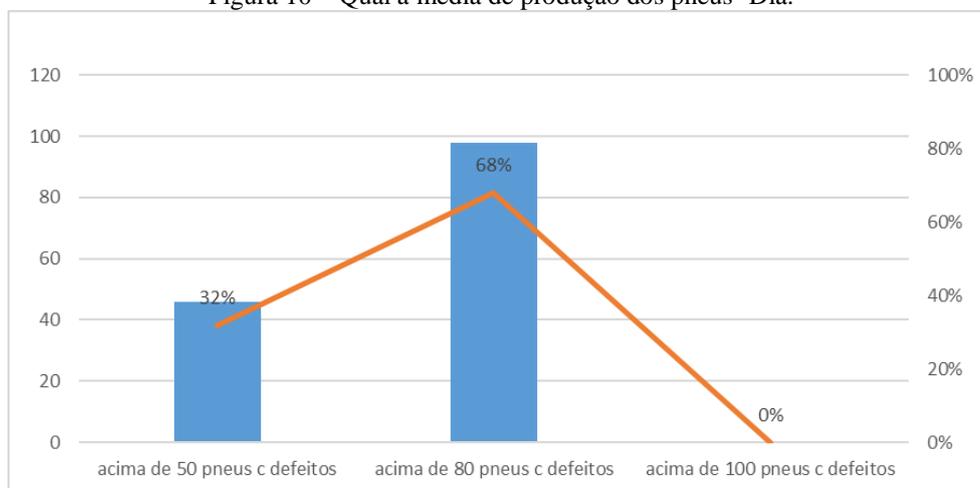
Fonte: Autores (2018).

Com todas as etapas finalizadas, os pneus estão prontos para serem encaminhados aos seus respectivos fornecedores e compradores. Porém, percebeu-se que na figura 9 o pneu apresentou o defeito ou fenômeno do talão mole. Sendo este o objeto deste estudo.

Assim, este trabalho visou identificar os motivos que estavam causando esse problema na produção dos pneus da empresa aqui pesquisada (durante duas semanas) para posterior encontrar as possíveis soluções e-ou sugestões eliminar tal fenômeno.

Com a aplicação do questionário foi possível analisar alguns pontos importantes sobre o fenômeno de Talão mole ocorrido na empresa. Abaixo é possível verificar a quantidade de pneus que saem com esse defeito diariamente. Notou-se que o problema em questão causa um transtorno e um prejuízo muito grande, em média a fábrica tem uma perda acima de 80 pneus diário e 2.400 pneus-refugo-mês.

Figura 10 – Qual a média de produção dos pneus- Dia.

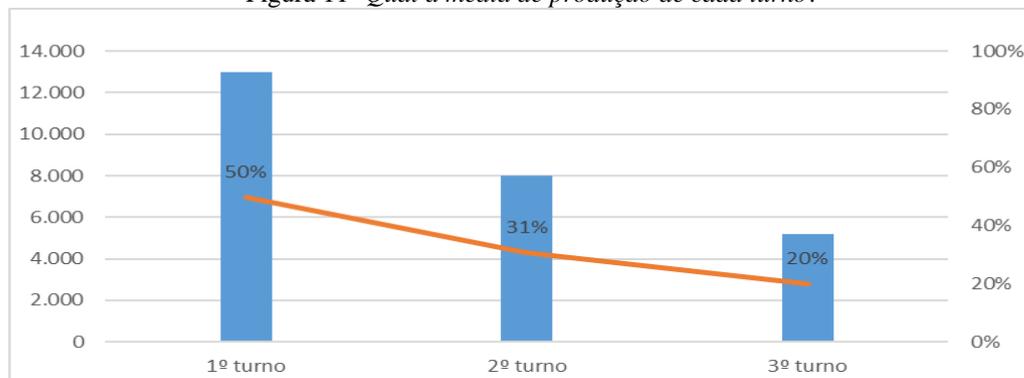


Fonte: Autores (2018).

O pesquisador também questionou junto ao supervisor (de acordo com os dados da empresa), sobre a média de produção por turno. Evidenciou-se que o turno matutino é o mais produtivo, pois, é o turno que mais tem funcionários. Neste turno a média de produção chega a 8.000 mil reais, mas sem este

problema a produção poderia chegar a 12 mil. Entretanto, é o turno que mais apresenta o problema de talão mole. Por isso, é importante pensar em medidas como um Chek List para que todo colaborador (responsável pelas máquinas), faça uma avaliação antes do começo da atividade diária, visando assim, a diminuição do problema.

Figura 11- Qual a média de produção de cada turno?

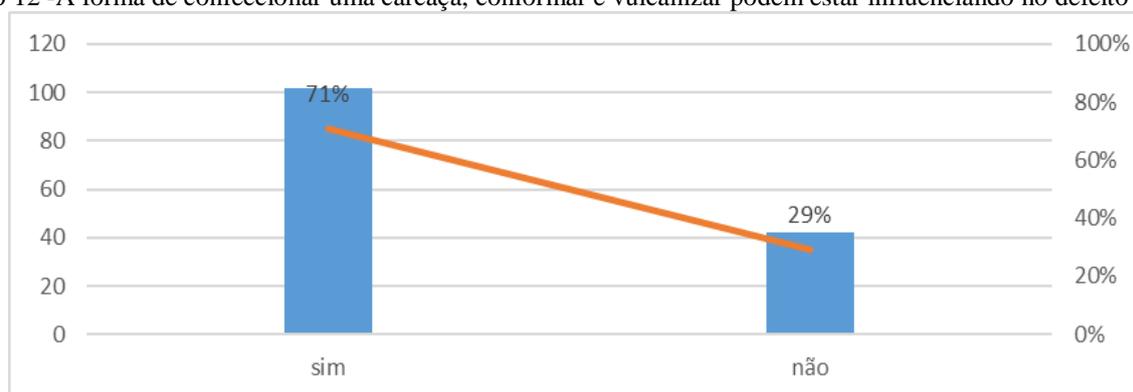


Fonte: Autores (2018).

Os operadores de produção também foram questionados sobre a forma de confecção, conformação e vulcanização podem estar influenciando no defeito do Talão Mole. Na visão deles, “Sim! É possível, pois, na confeccionadora temos dificuldades para alinhar-centralizar o talão no canal das castanhas, tendo em vista que os ímãs estão com muitas folgas e

tortos, ou seja, estão desalinhados. Já no Pré Conformador, temos castanhas altas e baixas; a pressão é muito forte chegando a danificar a carcaça em alguns momentos da operação, para isso é preciso do auxílio da manutenção para a regulagem desse equipamento”. (Vide gráfico 09).

Gráfico 12 -A forma de confeccionar uma carcaça, conformar e vulcanizar podem estar influenciando no defeito de Talão Mole?

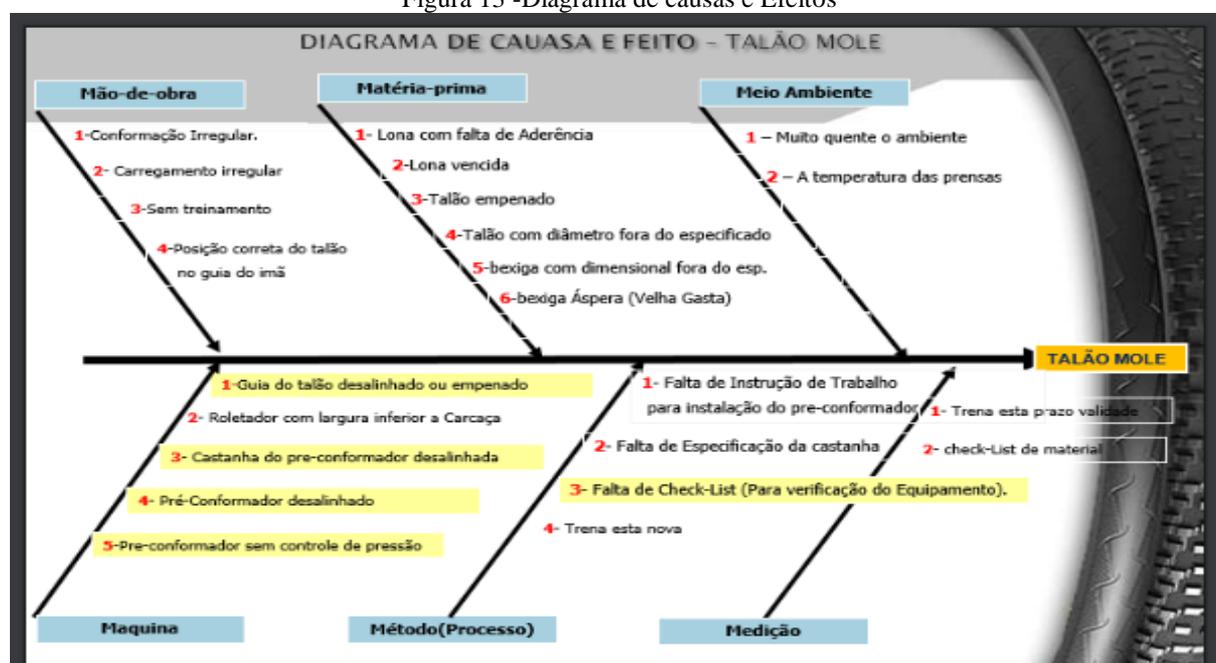


Fonte: Autores (2018).

#### IV.4 MÉTODO DE ICHIKAWA

A seguir são apresentados os benefícios a partir da aplicação do diagrama de causas e efeitos.

Figura 13 -Diagrama de causas e Efeitos



Fonte: Levorin (2017- 2018).

#### IV.5 MELHORIAS NO PROCESSO DE PNEUMATICO

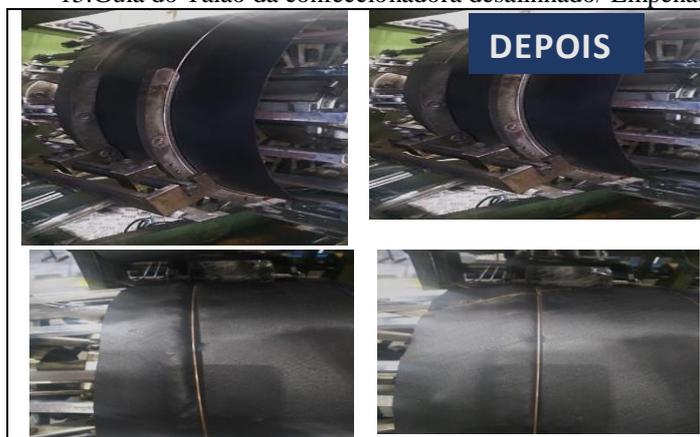
Com esta ferramenta ICHIKAWA, foi realizado o alinhamento dos braços das castanhas no pré-conformador, como mostra a figura a seguir.

14 - Base Fixadoras das castanhas do Pré-conformador de carc desalinhasadas.



Fonte: Autores (2018).

15. Guia do Talão da confeccionadora desalinhasado/ Empenado



Fonte: Autores (2018).

16 - Instalação de reguladores de pressão ( manômetros ) par pré-conformador



Fonte: Autores (2018).

#### V. CONCLUSÃO

Com a presente pesquisa foi possível identificar que o problema do fenômeno de talão mole ocorria em decorrência de um desalinhamento (altura e largura), nas bases onde são fixadas as castanhas. Com a análise do processo de pré - conformação também foi possível perceber que havia uma falta de reguladores para fixar a regulagem de acomodação da carcaça, pois, não havia (nesta máquina) uma forma de pressão ideal para cada modelo de fabricação do pneu. No decorrer deste trabalho, notou-se que o Guia do Talão também se encontrava

Desalinhasado-Empenado. Dessa forma, foram realizados os Alinhamentos dos Braços das Castanhas com o objetivo não haver um deslocamento do Talão no momento da Pré-conformação garantindo pleno funcionamento e produtividade eficaz. Também foi realizado a Instalação de um Manômetro no pré conformador para garantir uma pressão padrão para todos os modelos de pneus. Também foi analisado e realizado o Alinhamento do Guia do Talão (imã) para garantir a centralização do talão no canal do tambor da confeccionadora (máquina). No processo de melhorias também foi incluído uma lista de checagem-(check-list) em cada setor para garantir que no início de cada turno o funcionário realizasse essa análise e assim se certificasse que a máquina e os materiais estivessem em perfeitas condições e prontas para seu funcionamento. Portanto, com as melhorias implementadas pela empresa os problemas foram solucionados e os números na produção começaram a crescer e o desperdício de material diminuiu significativamente, sendo este um fator primordial para sua permanência no mercado.

#### VI. AGRADECIMENTOS

Ao PPGE/UFPA, Ao ITEGAM, e empresa Levorin pelo apoio a pesquisa.

#### VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] WERLANG, R. B. e SILVEIRA, F. L. A física dos pneumáticos. Physics of tires. Rio Grande do Sul. 2013.
- [2] INFOPNEUS. História do Pneu. Disponível em: . Acesso em: 08 ago. 2016.
- [3] PINHEIRO, Eduardo Gonçalves. Modelos numéricos aplicados à vulcanização de pneus. Dissertação de mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia mecânica: São Paulo, 2001.
- [4] GOODYEAR. New Goodyear Innovation Could Make Tire Pumps Obsolete. 2011. Disponível em: Acesso em: 26 ago. 2017.
- [5] COSTA a, Argemiro. Dinâmica Veicular – Pneumáticos: Histórico – Introdução. Pós- Graduação – Escola de Engenharia Mauá, São Caetano do Sul, 2011.
- [6] FIORI, J.L. (Org.). Estados e moedas no desenvolvimento das nações. Petrópolis, RJ: Vozes, 2000. p.287-326. (Coleção Zero à Esquerda).
- [7] GARBIM. V.J. Borrachas: tecnologia, características, compostos e aplicações. São Leopoldo: Editora Publit, 2012.
- [8] LEVORIN, PNEUS. Histórico Atualizado em 2018, <https://www.levorin.com.br/>
- [9] RODRIGUES, M.R.P. Caracterização do resíduo da borracha de pneus inservíveis em compostos aplicáveis na construção civil. Tese em defesa do título de Doutor – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.
- [9] CHIAVENATO, Idalberto. Gestão de Pessoas .3ªed. p.62 editora Elsevier/2014-RJ.
- [10] CHIAVENATO, Idalberto. Gestão de Marketing. 2. ed. São Paulo: Elsevier, 2004.

# Study And Analysis Of a Bakelite Array Biocomposite Using Coconut Mesocarp Fibre And Tucumã Bark As Reinforcement

Flávio Júnior Santiago Silva<sup>1</sup>, Alinne Cristina Batista dos Santos<sup>2</sup>, Ana Emília Diniz Silva Guedes<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> Mechanical Engineering in Northern University Center (UNINORTE) - Manaus-AM

<sup>3</sup> Mechanical Engineering in Northern University Center (UNINORTE) - Manaus-AM

Email: [flaviojrsantiago@gmail.com](mailto:flaviojrsantiago@gmail.com), [alinnesantos19@hotmail.com](mailto:alinnesantos19@hotmail.com), [ana.guedes@uninorte.com.br](mailto:ana.guedes@uninorte.com.br)

## ABSTRACT

**Received:** February 18<sup>th</sup>, 2019

**Accepted:** February 28<sup>th</sup>, 2019

**Published:** March 31<sup>th</sup>, 2019

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM).

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International

License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



The aim of this article is to show that natural fibers extracted from the coconut mesocarp and Tucumã bark can be used as reinforcement for the Bakelite matrix, being a replacement for synthetic fibers. The fruits were submitted to a manual process to extract the fibers, then they were added with percentages of 0.01%, 0.015% and 0.02% in (0.1%) Bakelite for the composites production, by a metallographic mounting press, followed by tests of hardness, accelerated aging and chemical characterization, where they obtained results of hardness of the composite with coconut fiber in 0.01% - 79.3 HRB, 0.015% - 77.9 HRB, 0, 02% - 20.9 HRB, of the composite with Tucumã fiber in 0.01% - 72.1 HRB, 0.015% - 83.7%, 0.02% - 85% and that the sample without fiber had a hardness of 93 HRB. After the accelerated aging test, it was evidenced that there was no significant deterioration of the samples. In the chemical characterization, the moisture contents of the coconut was 11% and the Tucumã had 28%, the extractives were 36% and 17 and ash contents of 0,16% and 0,78%, respectively. Thus it was concluded that it can be used in areas of thermal and acoustic protection and even open a new window for further research

**Keywords:** Bakelite, Sustainable Composite, Flexible Assembly.

## I. INTRODUCTION

Composite materials are obtained by combining two or more materials with different properties, where one of the components is the matrix and the other is the reinforcement. This combination gives particular characteristics and specific properties to the product [1]. It involves mainly the areas of metal, ceramic and polymeric products manufacturing. For this project, the authors choose the polymeric matrix, since it has been widely used in the industry of the Manaus Industrial Pole (PIM).

Bakelite stands out since it is a polymer matrix resistant to high temperatures, forms rigid and homogeneous materials. They are very used in the manufacture of sockets, switches, thermal insulation materials, pots, phones, on production of some auto parts and tools [2].

Natural fibers used as reinforcement are extracted on a large scale of lignocellulosic composite materials with different physical, mechanical and chemical properties all over the Brazil [3]. One of the reasons for the use of natural fibers as reinforcement are their wide availability, occupying new market segments due to their low cost, biodegradability and renewability, non-toxic and good mechanical properties [4].

Based on that, many researches have been assessed in order to evaluate the feasibility of natural fibers as an alternative to synthetic fibers, conventionally used as reinforcement in the polymeric matrix [5].

Therefore, in the search for these raw materials, the Tucumã fruit (*Astrocaryum aculeatum*) and coconut (*Cocos nucifera*) are highlighted since they are two typical fruits of the Amazon region and are highly used in the local cuisine, which their biomass do not have value, being discarded improperly, harming the environment.

## II. THEORETICAL REFERENCE

### II.1 TUCUMÃ

The Tucumã palm tree (*Astrocaryum Aculeatum*) is considered a pioneer plant with an aggressive growth and capable to grow new sprouts even after a fire, mainly it inhabits secondary forests and pastures [6]. The Tucumã (*Astrocaryum vulgare Mart. - Arecaceae*) also known as Tucumã-of-Pará, is widely distributed in Venezuela, Trinidad, Guianas, Bolivia and in the Brazilian Amazon. In Brazil, it can be found in the states of Amazonas,

Pará, Rondônia, Mato Grosso and Acre [7]. The fruit also has soft and fibrous pulp, with an orange yellow coloration, rich in vitamins and highly appreciated by the Amazonian people as a traditional food delicacy, widespread in typical regional cuisine [8].

The Tucumã seed is covered by an orange and oily pulp. On average, the fruit weighs 30 grams, 34% of this weight correspond to the external pulp that has between 14% to 16% of the oil when its raw. An adult tree can produce up to 50 kg of fruit per year, 25 kilos per tree on average, which corresponds to 2.5 kilos of pulp oil and 1.5 kilos of seed oil. In one hectare, about 400 bunches of palm trees can be planted, resulting in 4.8 tons of raw material [9].

## II.2 COCONUT

The coconut tree (*Cocos nucifera*) is a member of the Arecaceae family (palm family). It has a flat cylindrical stipe palm, that can reach up to 20 m high. This tree produces an ovoid fruit, about 15 cm in diameter, which, when ripe, presents brown coloration. It has an abundant pulp, up to 2 cm thick that contain an aqueous or milky liquid, known as coconut water, in the inner portion.

The unripe coconut or green coconut is responsible for about 80 to 85% of the crude mass represent residue (shells), which have not been processed by the fiber processing industry, due to the lack of knowledge of its properties. The shells of the green coconut have been discarded in the landfill and open-pit (dumps). As every organic matter, they are a potential generators of gases and contribute to diminished these deposits lifetime, proliferating outbreaks of diseases vectors, stench, contamination of the soil and water, in addition to the inevitable destruction of the urban landscape [10]. The northern region has the second largest coconut production, behind the Northeast region, as shown in Table 1.

Table 1: Percentages of regional participation in production and harvested area of coconut and productivity evolution, between the years of 1985 and 2011.

Region	Production (%)		Area harvested (%)		Productivity (%)
	1985	2011	1985	2011	1985
Northeast	94,4	70	96,2	81,1	86,6
North	3,8	12,9	2,3	9,9	66,4
Southeast	1,8	15,2	1,5	7,8	234,1

Source: IBGE, (2013).

## II.3 BAKELITE

Phenolic resins are one of the first polymeric products produced commercially and used by the industry. The first commercially viable product from phenolic resins was developed by Leo Hendrik and was called Bakelite. It was made from the mixture of phenolic resin, interweaving agent, wood or mineral fibers, molded by temperature and pressure. The pieces molded with this material showed high resistance to temperature [11].

The combination of properties such as good dimensional stability, high hardness, stiffness, wear resistance and heat, low density, allied to low manufacturing cost, makes this material an important alternative to replacing other materials in many

segments, such as metal, ceramics and wood. An important feature that must be highlighted in the Bakelite manufacturing industry is the molding easiness that this resin possesses, requiring low complexity equipment of mechanical construction [12].

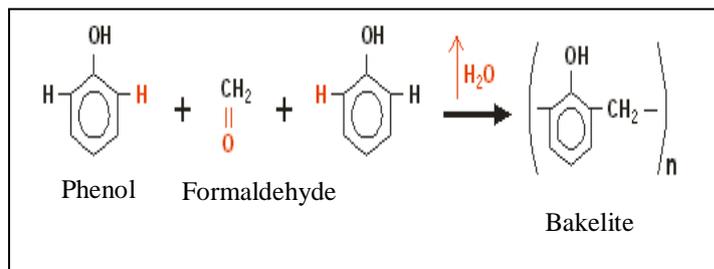


Figure 1: Bakelite chemical structure.

Source: Adaptated from website Mundo educação – Bakelite Polimer, (2018).

## III. MATERIALS E METHODS

First, the fiber of the Tucumã bark and coconut mesocarp were extracted, then the specimens were produced along with the Bakelite polymeric matrix using a metallographic mounting press for analysis. After that, the hardness test, accelerated ageing test and chemical quantification of the raw materials were performed.

### III.1 EXTRACTION OF THE COCONUT FIBER

The coconuts were obtained from the Manaus market. The first stage of the coconut mesocarp extraction was constituted by the husks dispersion and natural drying for three days, so the coconut fibers would be easier to extract, until they had a thinner texture, Figure 2 [13].



Figure 2: Coconut mesocarp fiber.

Source: Authors, (2018).

### III.2 EXTRACTION OF THE TUCUMÃ FIBER

The Tucumã used to extract the fiber were obtained from the modern Manaus fair, located in the city of Manaus, area of intense fruit commercialization. The bark of the Tucumã was washed in running water, in order remove its oiliness, after this, a quantity of bark was placed in an Erlenmeyer containing distilled water and submitted to magnetic stirring during 30 minutes at 70 ° C, this process was measured from the boiling point of the solution and it was performed twice the exchange of distilled water, after this process, the Tucumã bark was dried for 2 hours in the industrial oven at 100 ° C, in order to reach the ideal point, Figure 3.



Figure 3: Tucumã Bark after fiber extraction process 2.2  
Source: Authors, (2018).

### III.3 PRODUCTION OF SPECIMENS BY AN INDUSTRIAL METALLOGRAPHIC MOUNTING PRESS ADDITION OF COCONUT FIBER WITH BAKELITE

For the production of the specimens, the standard procedure disposed in the metallographic mounting press manual was followed. It was weighed in an analytical balance 10 g (0.1%) of pure Bakelite and 1g (0.01%) of the coconut fiber. Then, they were inserted in the filler. A programming must be done to start the molding cycle, specifying the temperature and process time. The hydraulic unit must be depressurized, with the relief valve closed, and before starting the cycle it necessary to lubricate the cylinder and the molding pistons with a thin layer of demolded spray in the inlay. This process was performed at a temperature range of 100 ° C and 150 ° C, at a stabilized pressure of 150 kgf/cm<sup>2</sup> during 30 minutes, and 5 minutes for refrigeration. The same production pattern was used for manufacturing the other specimens. The Bakelite content was maintained (0.1%) while the percentage of coconut fiber was increased to 1.5 g (0.015%) and 2 g (0.02%) [14].



Figure 4: Sample before the filler process.  
Source: Authors, (2018).



Figure 5: Materials homogeneous mixed.  
Source: Authors, (2018).

### III.4 ADDITION OF TUCUMÃ FIBER WITH BAKELITE

To produce the specimens using the Tucumã fiber as reinforcements in the polymeric matrix, the authors used the same methods from item III.3- Addition of coconut fiber with Bakelite. The only difference was the type of fiber used.



Figure 06: Samples before the filler process.  
Source: Authors, (2018).



Figure 7: Materials homogeneous mixed.  
Source: Authors, (2018).

### III.5 HARDNESS TEST

After the production of the specimens, hardness tests were performed on the composite samples separately. Three indentations were performed in each one, and the arithmetic mean of the three indentations was added. For this, the authors used a Rockwell hardness tester (digital) – HRA-HRB-HRC, with applications in rolling alloys, soft metals or fine materials, including plastics, with 1/4” ball penetrator and 60 N of load. The specimen was positioned on the table and the pre-load on the R-scale, then the steering wheel was rotated clockwise until the specimen came in contact with the penetrator, depending on the steering wheel rotation. The indicator increased until it was complete on the front panel of the durometer. During the test, the equipment performed the times of pre-load cycle (T-A), total load (T-B) and pre-load (T-C), then the test result was displayed on the indicator.

### III.6 ACCELERATED AGING

For this test the specimens with coconut and the Tucumã fibers percentages of 0.01%, 0.015% and 0.02% were subjected to an accelerated aging test according to ISO 4892. Where the composites were placed in previously weighted crucibles, at a temperature of 150 °C for seven days in a muffle. Their state was

observed every day [15]. After this process, hardness tests were performed again following the procedures in item 2.5- Hardness test.

### III.7 DETERMINATION OF THE FIBERS MOISTURE CONTENT

In order to determine the moisture content, the authors used 1g sample of the coconut and Tucumã fiber, and followed the procedures of the oven drying method. This method consists in placing a known mass of the material in an industrial oven at 105 °C for 1 hour. Then, the difference between the initial and final mass of the material is evaluated, calculating the moisture content according to NBR 7190 (ABNT, 1997).

$$U(\%) = \frac{(M_i - M_s)}{M_s} \times 100 = \quad (1)$$

Where: U (%) = moisture content;  $m_i$  = initial mass of the sample in grams; and  $m_s$  = final mass of the sample in grams.

### III.8 DETERMINATION OF THE FIBER EXTRACTIVES

The Tucumã and coconut fiber were treated in distilled water and ethanol to remove organic compounds of low molar mass. Then, the authors weighed 3 g of each fiber on analytical balance. Each one was placed into a round bottom flask attached to a reflux condenser, where 300 mL of ethanol and distilled water solution (1:1) was added. The system was kept under reflux for 30 minutes, measured from the boiling point of the solution. After this procedure, the fibers were filtered separately by a filter paper that was previously weighted and with a known moisture content. Then, the paper filter and residue were dried in an oven, initially at 40 °C for 2 hours and 100° C for 1 hour. The initial low temperature was applied in order to avoid the thermal degradation of polysaccharides (cellulose and hemicellulose) and lignin.

$$S(\%) = \frac{(M_1 - M_2)}{M_2} \times 100 = \quad (2)$$

Where: S(%) = extractive content;  $m_1(g)$  = mass of the sample before the water/ethanol extraction; and  $m_2(g)$  = mass of sample after the extraction.

### III.9 ASH CONTENTS OF THE FIBERS

For the determination of the ash content or inorganic content, the samples were placed inside porcelain crucible that were in a muffle at a temperature of 600°C during 3 hours, seeking for the complete thermal degradation of organic compounds. The calcined samples were placed in a desiccator to cool until room temperature. The ash content was calculated according to standard TAPPI T-211 om-85 (TAPPI, 1999a).

$$Cinzas(\%) = \frac{(P_c)}{P} \times 100 = \quad (3)$$

Where: Ash (%) = ash content;  $P_c$  = weight of ash(g); and  $P$  = weight of sample dried in the industrial oven(g) [16].

## IV. RESULTS AND DISCUSSION

The composites produced by the metallographic mounting press due to the fiber inclusion, there was an increase of 2 cm in the thickness, and they were very resistant, similar to the sample produced without natural fiber, 15 cm diameter and 10 cm thick, with any fiber showing off, only with their odor.

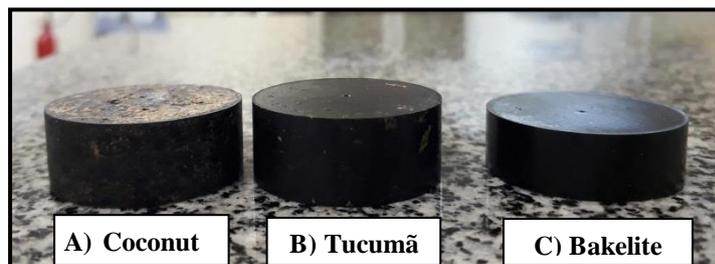


Figure 08: Composites produced by the metallographic mounting press.

Source: Authors, (2018).

### IV.1 HARDNESS TEST

It can be observed that there was a decrease in the hardness value. Indirectly, it is assumed that the addition of fiber makes the composite more tenacious, since the energy dissipates more evenly through the fibers. The graphs 01, 02, and 03 show the HRB hardness according to ABNT NBR 9630 for determination of plastics hardness.

The polymeric matrix supports a hardness of 93 HRB without addition of natural fiber. When the coconut fiber was added, the result of hardness shifts to 79.3 HRB at 0.01%, 77.9 HRB at 0.0015% and 20.9 HRB at 0.02%, reducing the value obtained without the fiber. The addition of Tucumã fiber followed the same percentages, however different results were obtained, graph 03. Thus, it appears that the greater the amount fiber the lower the matrix hardness, compensating with the increased flexibility of the specimen. According to PAIVA, these results could indicate that the presence of fibers decreases the mechanical resistance to another body penetration, a consequence of the fibers hygroscopicity [17].

However, one can see that the polymer matrix with 0.02% of Tucumã fiber has higher resistance than the coconut fiber at the same percentage, with a small difference of 8 HRB in relation to Bakelite without fiber.

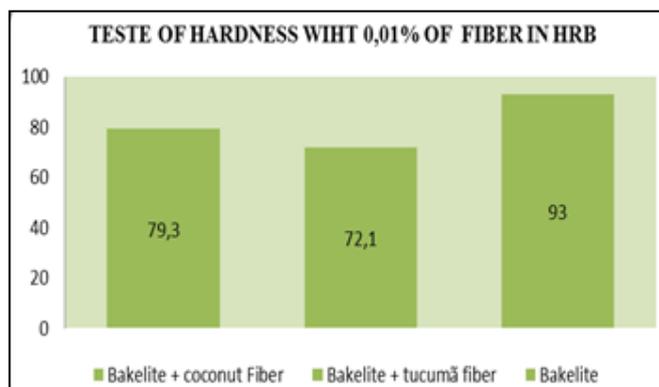


Figure 9: Hardness test performed with 0.01% of Coconut and Tucumã fiber.

Source: Authors, (2018).

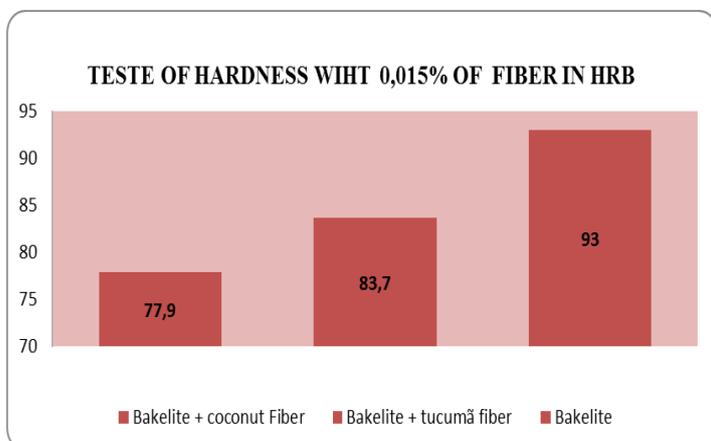


Figure 10: Hardness test performed with 0.015% of Coconut and Tucumã fiber.  
Source: Authors, (2018).

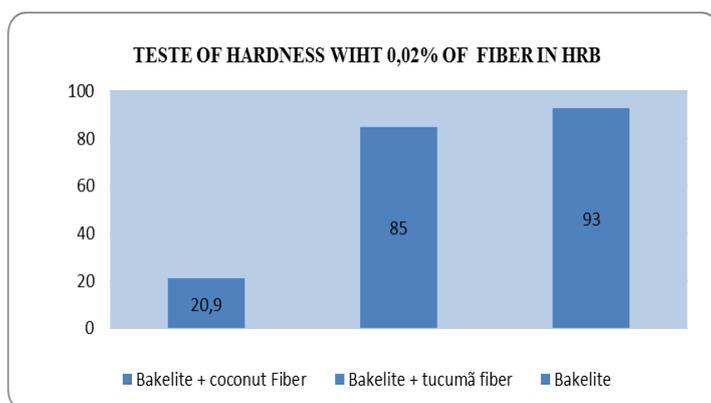


Figure 11: Hardness test performed with 0.02% of Coconut and Tucumã fiber.  
Source: Authors, (2018).

#### IV.2 ACCELERATED AGING TEST

After the accelerated aging process, inside a muffle for 7 days at 150° C, it was observed that the samples had a low deterioration, low fatigue aspect, i.e. did not have a very high impact to the naked eye, therefore it can be used in internal and external environments.



Figure 12: Results after accelerated aging test.  
Source: Authors, (2018).

#### IV.3 CHEMICAL CHARACTERIZATION

Table 1 shows the results of the chemical analysis for the sample with Coconut and Tucumã fiber. It can be observed that the moisture content for the coconut and for the Tucumã was 0,11% and 28%. The ash content is related to the amount of inorganic

matter present in the fiber, the coconut presented a low amount of ashes content, while the Tucumã fiber showed a 0,78% [18]. According to the literature the value generally varies from 0.1% to 1.0% in general woods, comparing the similar texture with the fibers produced. With this, it can be seen that the fiber of the tucumã obtained a great gray content. The extractive content found had a difference of 19% between the fibers, a value higher than what is agreed by the researchers, when compared to wood straw that are usually found extractive contents of 7,0% [18].

Table 2: Percentage of chemical characterization with 3 g of each fiber.

Fiber	Moisture (%)	Extrative (%)	Ash (%)
Coconut	11%	36%	0,16%
Tucumã	28%	17%	0,78%

Source: Authors, (2018).

#### V. CONCLUSIONS

Based on the results found on this article, it is clear that the two fibers had a similar behavior when incorporated into Bakelite matrix. A significant improvement to the tenacity due to the reduction of hardness with good stability and degradation was observed in this study, therefore it can be applied in various areas for thermal and acoustic protection. However, a vast application window can be discover by researchers using other types of polymers and natural fibers.

#### VI. ACKNOWLEDGMENTS

I thank all those who contributed to this work, our advisor Prof. Dr. Ana Emília Guedes for her pro activity with us, the laboratory technicians, Angelica and Sidney, for all patience and availability during these months. Alanna Gouvêia for being one of the motivators to use the local raw material and to the Northern University Center - UNINORTE for the structure offered.

#### VII. REFERENCES

- [1] Oliveira, M. S de: Desenvolvimento e caracterização de telhas cimentícias reforçadas com tecido de fibras vegetais da Amazônia. 2017. 118 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2017.
- [2] Ramires, E. C: Biocompósitos a partir de matrizes poliméricas baseada em lignina, tanino e glicoxal reforçados com fibras naturais, 2010. Tese (Doutorado em Ciências físico-químico) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.
- [3] Giacomini, N. P; Compósitos reforçados com fibras naturais para indústria automobilística. 2003. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia dos Materiais) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.
- [4] Paula, G. P; Formulação e caracterização de compósitos com fibras vegetais e matriz termoplástica. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia dos Materiais) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos de Goytacazes, RJ, 2011.

- [5] Marinelli, A. L. et al. - Desenvolvimento de compósitos poliméricos com fibras vegetais naturais da biodiversidade: Polímeros: Ciência e Tecnologia, vol. 18, nº 2, p. 92-99, 2008.
- [6] Souza, S, R, G de; 2013; A produção de biodiesel a partir da amêndoa do tucumã no Amazonas; Publicado em XXXIII Encontro nacional de engenharia de produção.
- [7] Lima, R. R; Trassato, L. C. & Coelho, V. 1986. O tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart.). Principais características e potencialidade agroindustrial. Belém: EMBRAPA-CPATU (Boletim de Pesquisa 75); [online] Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/380965>.
- [8] Monteiro, J. H. de. S: Proposta de desenvolvimento de processo industrial na produção de polpa de tucumã: um estudo de caso na cidade de Manaus. Dissertação (Mestrado em Engenharia de processo) – Universidade Federal do Pará, Belém – PA, 2017.
- [9] Souza, S, R, G de; 2013; A produção de biodiesel a partir da amêndoa do tucumã no Amazonas; Publicado em XXXIII Encontro nacional de engenharia de produção.
- [10] Corradini, E; Rosa, M, de, F; Macedo, B. P. de; Paladini, P. D; Mattoso, L. H. C: Composição química, propriedades mecânicas e térmicas da fibra de frutos de cultivares de coco verde: Rev. Bras. Frutic. Jaboticabal - SP, v. 31, n. 3, p.837-846, Setembro 2009.
- [11] Tillmann, L; Avaliação da viabilidade de utilização do resíduo de baquelite como componente de peças refratárias. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade do Tuiuti do Paraná, Curitiba, 2011.
- [12] Canto, L. B. Cavalcante, A. P; Avaliação do efeito da incorporação de resíduo de baquelite sobre as propriedades mecânicas do polipropileno. 2009. Publicado em Anais do 10º Congresso Brasileiro de Polímeros – Foz do Iguaçu, PR – Outubro/2009.
- [13] Neto, J. M De M; Cirne, L. E Da M. R; Pedroza, J. P; Silva, M. G da: Componentes químicos da farinha de banana (*musa sp.*) obtida por meio de secagem natural: Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental, v.2, n.3, p.316-318, 1998.
- [14] Rohde, R. A; Metalografia preparação de amostras: uma abordagem prática versão - 3.0; Outubro - 2010, LEMM Laboratório de Ensaio Mecânicos e Materiais; Disponível em: [www.urisan.tche.br/~lemm](http://www.urisan.tche.br/~lemm).
- [15] OHLSON, O de C; KRZYZANOWSKI, F, C; CAIEIRO, J, T; PANOBIANCO, M: Teste de envelhecimento acelerado em sementes de trigo: (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, publicado na Revista Brasileira de Sementes, vol. 32, nº 4 p. 118 - 124, 2010.
- [16] Mirando, R. O .V de; Racant, H; Machado, G de O; Soares, I. D; Roik, M; Caracterização química e potencial de utilização da madeira de *Hovenia dulcis* Thunb; Publicado em ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.17; p. 2013
- [17] Paiva, J. M. F. Trindade, W. Frollini G. E: Compósitos de Matriz Termofixa Fenólica Reforçada com Fibras Vegetais. 1999. Publicado em: Polímeros: Ciência e Tecnologia - Out/Dez, p 170: 17.
- [18] Mirando, R. O .V de; Racant, H; Machado, G de O; Soares, I. D; Roik, M; Caracterização química e potencial de utilização da madeira de *Hovenia dulcis* Thunb; Publicado em ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.17; p. 2013



## MASP application in identifying the causes of delays in deliveries of UC's links projects

Bruno Santos Corrêa<sup>1</sup>, Suane de Castro Paes<sup>2</sup>, Rosivan Cunha da Silva<sup>3</sup>, Mailson Batista de Vilhena<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup> Universidade Federal do Pará, Faculdade de Engenharia Industrial (FEI-UFPA) Abaetetuba, PA, Brazil

<sup>4</sup> Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química (PPGEQ-UFPA) Belém, PA, Brazil

Email: [bruno27ni@hotmail.com](mailto:bruno27ni@hotmail.com), [rosivan.cs@hotmail.com](mailto:rosivan.cs@hotmail.com), [vilhena2008@hotmail.com](mailto:vilhena2008@hotmail.com), [suanecastro26@hotmail.com](mailto:suanecastro26@hotmail.com)

### ABSTRACT

**Received:** February 06<sup>th</sup>, 2019

**Accepted:** February 19<sup>th</sup>, 2019

**Published:** March 31<sup>th</sup>, 2019

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM).

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International

License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



This article demonstrates the use of the Analysis and Problem Solving Methodology (MASP), in identifying the causes of delays in the delivery of the consumer units (UC) projects, which are part of the Federal Government's *Programa luz para todos* (PLPT). The application of MASP was justified on the basis of the delay data of the company ETE, which operates in the construction of rural electrification distribution networks. With the application of MASP and quality tools the causes of the studied problem were discovered and from these it was possible to propose solutions for the reduction and elimination of the causes of delays of the UC projects.

**Keywords:** MASP, UC's, Rural electrification, Elimination of causes.

### Aplicação da MASP na identificação das causas de atrasos nas entregas dos projetos de ligações UC's

### RESUMO

Este artigo demonstra a utilização da Metodologia de Análise e Solução de Problemas (MASP), na identificação das causas de atrasos nas entregas dos projetos de ligação de unidades consumidoras (UC's), que fazem parte do Programa luz para todos (PLPT) do governo federal. A aplicação da MASP foi justificada com base nos dados de atraso da empresa ETE, que atua na construção de redes de distribuição de eletrificação rural. Com a aplicação da MASP e ferramentas da qualidade foram descobertas as causas do problema estudado e a partir destas foi possível propor soluções para a redução e eliminação das causas de atrasos dos projetos de UC's.

**Palavras chave:** MASP, UC's, Eletrificação rural, Eliminação das causas.

### I. INTRODUÇÃO

No atual contexto em que se encontra o mundo corporativo, cada vez mais globalizado, onde a concorrência entre as organizações é cada vez mais acirrada, exige que estas tenham de se adaptar e de criar mecanismos para se enquadrarem e adequarem as suas estratégias a um mercado instável e em constante mudança, e cada vez mais competitivo. Assim, a gestão da qualidade torna-se um fator decisivo para as organizações, capaz de reduzir custos, tornar os processos produtivos mais eficientes e, por consequência, gerar mais lucros.

Um produto ou serviço de qualidade é aquele que atende perfeitamente, de forma confiável, acessível, segura e no tempo certo as necessidades do cliente. Desse modo, pode-se dizer que o

produto ou serviço de qualidade é aquele projeto perfeito, de baixo custo, que garante segurança ao cliente, além de ser entregue no prazo, local e quantidade certa [1].

Existem diversas definições para o termo qualidade, o que torna impossível ter-se uma postura em definitivo para a ideia do que seja realmente qualidade [2].

A qualidade tem de ser desenvolvida visando diretamente seu público alvo. Para tanto, há de atender o consumidor quanto ao que ele deseja do produto ou serviço e quanto ao preço.

São princípios básicos da qualidade total reconhecer que toda organização tem problema, e que cada um deles é uma oportunidade de melhoria para pessoas, processos, produtos e sistemas. Para cada problema, a prioridade é identificá-lo em

função de risco, custo e benefícios para negócios, para, assim, estabelecer um projeto de análise e soluções [3].

No universo da gestão da qualidade, uma das metodologias utilizadas para auxiliar os gestores na identificação dos problemas é a Metodologia de Análise e Solução de Problemas (MASP). Esta tem como foco a identificação dos problemas e, conseqüentemente, a elaboração de ações corretivas e preventivas de forma a eliminar ou minimizar os problemas detectados [4].

Alguns elementos são de extrema importância na utilização da MASP, porque contribuem para implantação de processos, como os dados e as informações, as ferramentas, o método estruturado e o trabalho em equipe [3].

A Metodologia de Análise e Soluções de Problemas pode ser aplicada durante o estado de rotina de um processo, quando o problema é detectado, por meio de alguma ferramenta de monitoramento. O ataque deve ser planejado e implantado, de modo a impedir o reaparecimento dos fatores causadores dos problemas, em busca de novas metas de desempenho do processo.

Assim, o presente trabalho tem por objetivo a aplicação da Metodologia de Análise e Solução de Problemas (MASP) e ferramentas da qualidade em uma empresa que presta serviços de edificação e ligação de Unidades Consumidoras para a concessionária de energia elétrica no estado do Pará, pois observou-se a necessidade de melhorias na qualidade do processo, de modo a propor soluções que permitam minimizar ao máximo os atrasos nas entregas dos projetos de instalação de UC's.

## II. REFERENCIAL TEÓRICO

### II.1 QUALIDADE

O desafio da qualidade tem se tornado um dos pontos fundamentais no mundo globalizado de competições. Atualmente, a qualidade é reconhecida nas organizações como uma estratégia, um diferencial competitivo capaz de reduzir custos, tornando mais eficientes os processos produtivos. Assim, a gestão da qualidade não significa apenas o controle da produção ou o uso de ferramentas e métodos de gestão, mas sim a qualidade passou a significar um modelo de gerenciamento que busca a eficiência organizacional.

Praticar um bom controle da qualidade é projetar, desenvolver, produzir e comercializar um produto de qualidade que é mais econômico, mais útil e sempre satisfatório para o consumidor.

As metas de qualidade são conseqüências das necessidades humanas ilimitadas e a capacidade de uma sociedade industrial para satisfazer as necessidades humanas [5].

Um produto ou serviço de qualidade é aquele que atende perfeitamente, de forma confiável, acessível, segura e no tempo certo as necessidades do cliente. Essas necessidades se tornam em metas de qualidade e geram submetas [1].

A qualidade é a conformidade com as especificações, a qual é medida pelo custo da não conformidade. A medida da qualidade é o preço da não qualidade [6].

A qualidade tem de ser desenvolvida visando diretamente seu público alvo. Para tanto, há de atender o consumidor quanto ao que ele deseja do produto ou serviço e quanto ao preço.

O controle da qualidade consiste em um processo de encontros das metas de qualidade estabelecidas durante as operações e usados para evitar ou corrigir eventos indesejáveis ou inesperados.

Para gerenciar os processos e, sobretudo, tomar as decisões com maior precisão, se faz necessário trabalhar com base em fatos e dados, ou seja, informações geradas no processo. Para tanto, existem técnicas importantes e eficazes, denominadas de ferramentas da qualidade, capazes de propiciar a coleta, o processamento e a disposição clara das informações disponíveis, ou dados relacionados aos processos gerenciados dentro das organizações. Em seguida são descritas algumas das principais ferramentas da qualidade.

- *Brainstorming*

Esta ferramenta, que em português significa tempestade de ideias, foi criada com o objetivo incentivar a participação dos colaboradores, em um local de reunião, a proporem ideias para algumas causas de problemas ou mesmo para o próprio problema [7].

- *Folha de verificação*

A folha de verificação é usada para facilitar a coleta e análise de dados. Seu uso economiza tempo e elimina o trabalho. É uma ferramenta onde as ações tomadas devem ser baseadas em cima dos dados, de forma que o problema possa ser claramente definido [8].

A folha de verificação é uma planilha para o registro de dados. O uso de uma folha de verificação torna a coleta de dados rápida e automática [9].

Inicialmente, é importante garantir a objetividade na recolha de dados, definindo com precisão quais os dados serão necessários recolher. O formulário elaborado deve ser bastante simples, onde as perguntas se encontrem perfeitamente definidas, as quais permitam a qualquer operador identificar de maneira rápida e correta quais os itens a registrar.

- *Estratificação*

A estratificação consiste no desdobramento de dados, a partir de um levantamento ocorrido, em categorias, grupos ou, melhor dizendo, estratos, para determinar sua composição [8].

Com a estratificação dos dados da folha de verificação é possível retratar de maneira bastante evidente qual a contribuição de cada uma das partes na composição do quadro da situação real.

- *Diagrama de Pareto*

A ideia do Diagrama de Pareto, também denominado de Regra do 80-20, é disponibilizar informações de maneira que se torne evidente e visual a identificação de todas as causas que influenciam diretamente no aumento de perdas de produção, principalmente as poucas causas que determinam muitas perdas, as quais se eliminadas diminuem substancialmente os desperdícios. As demais causas são relevadas de maneira preliminar, no entanto, se a causa de alguns poucos defeitos tem a solução simples, deve ser executada e eliminada imediatamente [7].

O diagrama de Pareto é utilizado para a identificação de problemas de uma maneira sistemática e quando se tem um grande número de problemas e recursos limitados para resolvê-los [10].

Nos problemas de qualidade a maioria das perdas deve-se a alguns poucos tipos de ocorrências, que podem ser atribuídos a uma pequena quantidade de causas. Se as poucas ocorrências vitais forem identificadas, podem-se eliminar quase todas as perdas atacando as causas principais. Este tipo de problema ser resolvido de uma forma eficiente, através da utilização do diagrama de Pareto [11].

- *Diagrama de causa e efeito*

O diagrama de causa-efeito, também chamado diagrama de Ishikawa ou de espinha de peixe, é uma ferramenta simples muito utilizada em qualidade. É um processo que permite analisar e identificar as principais causas de variação do processo ou da ocorrência de um problema.

O diagrama de causa e efeito tem como finalidade explorar e indicar todas as causas possíveis de uma determinada condição ou um problema específico. Foi desenvolvido em 1943 por Kaoru Ishikawa, para representar a relação entre o efeito e todas as possibilidades de causa que podem contribuir para esse efeito [7].

O diagrama de causa e efeito é uma figura composta de linhas e símbolos, que representam uma relação significativa entre um efeito e suas possíveis causas [10].

Também permite que sejam sugeridas as causas de um problema para que possam ser formuladas sugestões de melhoria, estruturando as causas bem como seus efeitos sobre a qualidade. O diagrama é usado atualmente não apenas para lidar com as características da qualidade do produto, mas também em serviços [11].

- *Fluxograma*

O fluxograma é uma das primeiras ferramentas quando se pretende estudar, um processo, o caminho real para um produto ou serviço, com o objetivo de identificar os desvios. É o diagrama que tende a representar de uma forma simples, fácil e ordenada as várias fases do processo de fabricação ou de qualquer procedimento, funcionamento de equipamentos e sistemas. Os diagramas são constituídos por etapas sequenciadas de decisão e ação, onde cada um deles possui uma simbologia própria que ajuda a compreender o sistema de sua natureza: início ação, decisão, etc.

Grande parte da variação existente em um processo pode ser eliminada somente quando se conhece a sequência do processo de produção. Isto significa que as etapas influenciam na variabilidade final das características do produto ou serviço. Os fluxogramas podem ser aplicados a qualquer processo, desde o fluxo de materiais até as etapas de uma venda ou manutenção de um produto [10].

A utilização de fluxogramas permite identificar possíveis causas e origens dos problemas que ocorrem no processo de produção, verificando os passos desnecessários no processo, efetuando simplificações.

- *5W2H (Plano de ação)*

Esta ferramenta é utilizada principalmente no mapeamento e padronização de processos, na elaboração de planos de ação e no estabelecimento de procedimentos associados a indicadores [8].

A planilha 5W2H é uma ferramenta que auxilia no planejamento das ações que for desenvolver, ele é constituído de um relatório por colunas, cada uma delas acompanhadas por um título, palavras da língua inglesa: What (O que deve ser feito?), Why (Por que deve ser feito?), Who (Quem deverá fazer?), When (Quando deverá ser feito?), Where (Onde deverá ser feito?), How (Como deverá ser feito?) e How Much (Quanto custará?) [12].

Utiliza-se o 5W2H para assegurar e informar um conjunto de planos de ação, diagnosticar um problema e planejar ações. No quadro utilizado nesta ferramenta é possível visualizar a solução adequada de um problema, com possibilidades de acompanhamento da execução de uma ação. Buscando facilitar o entendimento através da definição de métodos, prazos, responsabilidades, objetivos e recursos.

## II.2 METODOLOGIA DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS – MASP

No contexto do controle da qualidade total no Japão, surge a MASP (Metodologia de Análise e Solução de Problemas), um desdobramento do método gerencial intitulado ciclo PDCA. E de acordo com essa metodologia (MASP) um problema é definido como: “o resultado indesejável de um processo” [13].

O ciclo PDCA é um método utilizado para controlar e conseguir resultados eficazes e confiáveis nas atividades das organizações, de modo a apresentar melhorias nos processos. O método é composto por quatro etapas correspondente às letras da sigla (*Plan* – Planejar, *Do* – Executar, *Check* – Verificar, *Action* – Ação corretiva) [2].

- Primeira etapa, *Plan* (Planejamento): Fase em que se definem as metas do processo analisado;
- Segunda etapa, *Do* (Execução): Necessária à educação e o treinamento das pessoas envolvidas, com a execução efetiva das ações planejadas. Paralelamente, as informações geradas no processo são registradas;
- Terceira etapa, *Check* (Verificação): Tem por objetivo comparar a execução, a partir dos dados registrados, com o planejamento. Pode-se notar se os resultados propostos inicialmente foram ou não alcançados;
- Quarta etapa, *Action* (Ação): Nesta fase a partir dos resultados alcançados, têm-se dois caminhos distintos a seguir: se a verificação mostrou que não foi possível atingir os resultados propostos, deve-se, então, partir para o estudo das ações corretivas e a seguir retornar ao ciclo PDCA; porém se os resultados propostos foram atingidos, deve-se então padronizar o processo, assegurando assim sua continuidade.

O PDCA permite criar, aprender, copiar e difundir conhecimento, sendo o aprendizado a alma de sua utilização, transformando a organização numa escola, pois a busca por resultados melhores é paralela à busca do conhecimento [1].

Assim, o ciclo PDCA é utilizado pelas organizações para gerenciar os seus processos internos de forma a garantir o alcance de metas estabelecidas, tomando as informações como fator de direcionamento das decisões. A Figura 1, representa o ciclo PDCA e sua dinâmica para o gerenciamento de processos.

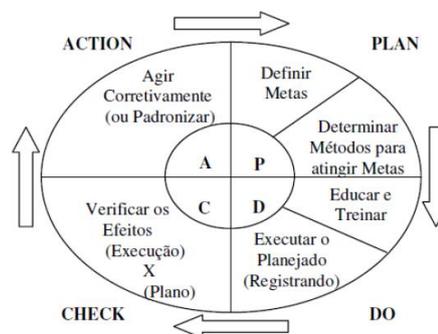


Figura 1: Método PDCA de Gerenciamento de Processos.

Fonte: [1].

O MASP é uma ferramenta aplicada de forma sistemática contra uma situação insatisfatória ou para atingir um objetivo de melhoria estabelecido. Estas situações são identificadas, eliminadas ou melhoradas, através de etapas pré-determinadas, com base no ciclo PDCA [14].

A MASP, consiste em uma sequência de procedimentos racionais, baseada em fatos e dados, que visa levantar a causa fundamental de um problema para combatê-lo e eliminá-lo, ou seja, é utilizado para solucionar problemas diversos, sua utilização proporciona as organizações um processo de gestão voltada para ações corretivas e preventivas de forma a detectar os problemas e propor ações como foco na melhoria contínua [12].

A Tabela 1, apresenta todas as etapas do MASP, tomando por base no PDCA, onde deve ser inserido num ciclo de melhoria contínua.

Tabela 1: Passos da Metodologia de Análise e Solução de Problemas.

Metodologia de Análise e Solução de Problemas – MASP/QC Story			
PDCA	Fluxograma	Fase	Objetivo
<b>P</b>	1	Identificação do Problema	Definir claramente o problema e reconhecer sua importância.
	2	Observação	Investigar as características específicas do problema com uma visão ampla e sob vários pontos de vista.
	3	Análise	Descobrir as causas fundamentais.
	4	Plano de Ação	Conceber um plano para bloquear as causas fundamentais.
<b>D</b>	5	Execução	Bloquear as causas fundamentais.
<b>C</b>	6	Verificação	Verificar se o bloqueio foi efetivo.
	?	Bloqueio foi Efetivo?	
<b>A</b>	7	Padronização	Prevenir contra o reaparecimento do problema.
	8	Conclusão	Recapitular todo o processo de solução do problema para trabalho futuro.

Fonte: [1].

As fases da MASP mostradas na Tabela 1, serão mais bem descritas a seguir:

- Identificação do problema: definir claramente o problema e mostrar que o problema em questão é relevante ou de

importância maior do que outros problemas pertinentes. Assim, é preciso estabelecer critérios para a seleção de problemas. Por ex. prejuízo causado, risco, insatisfação do cliente, outros;

- Observação: investigar as características específicas do problema a partir de uma ampla gama de diferentes pontos de vista, quantitativos (dados) e qualitativos. Ir ao local onde ocorre o problema, observar e coletar informações necessárias que eventualmente não podem ser representadas na forma de dados. Deve-se ter um entendimento completo das características (especificidades) do problema;
- Análise: levantar, discutir e descobrir as causas fundamentais (causas básicas, causa raiz) do problema;
- Plano de Ação: elaborar um plano de ação a fim de bloquear (eliminar, aprisionar) as causas fundamentais identificadas no passo anterior. Nesta etapa pode-se usar o 5W2H para definir o plano de ação, ou seja, defina: o que, quando, quem, onde, porque será feito e como será feito. Definem-se as metas a serem atingidas e os controles para acompanhamento dos resultados obtidos;
- Ação: atuar para eliminar as causas fundamentais. Nesta etapa é muito importante que exista cooperação de todo o pessoal envolvido, para isso é preciso que as pessoas estejam devidamente treinadas e de acordo com as medidas (soluções) que estão sendo propostas;
- Verificação: verificar se o bloqueio da causa fundamental do problema foi efetivo, até certificar-se que o problema não ocorrerá novamente. Em caso de resposta negativa, deve-se retornar ao passo 2;
- Padronização: eliminar definitivamente a causa do problema para que ele não ocorra novamente. Identificar e realizar as alterações necessárias nos procedimentos de trabalho associados ao processo, para impedir a recorrência do problema. Treinar os envolvidos no novo procedimento;
- Conclusão: refletir sobre a experiência de aplicação da metodologia e verificar onde houve dificuldades e discuta o que deve ser aperfeiçoado no método para as próximas aplicações. Também se deve verificar os problemas remanescentes associados, e os que foram identificados ao longo da aplicação do método sobre o problema inicial. Por fim, discutir o que pode ser melhorado no método e problema estudado.

Se esses passos forem claramente entendidos e implementados nessa sequência, as atividades de melhoria dos processos serão consistentes do ponto de vista lógico e cumulativas ao longo do tempo. Esse método pode parecer uma maneira simplista de se resolver um problema, mas ao longo do tempo, ele demonstra ser a rota mais segura e curta, além de ser um método científico de análise de problemas.

A Metodologia de Análise e Solução de problemas pode ser aplicada tanto durante o estado de rotina de um processo, quando o problema é detectado por meio de alguma ferramenta de monitoramento, quanto no estágio de melhoria do processo, em busca de novas metas de desempenho. Assim, o ataque aos problemas deve ser planejado e implementado de modo a impedir o reaparecimento dos fatores causadores dos mesmos. Destaca que as ferramentas da qualidade são utilizadas durante o processo de aplicação do MASP [15].

### III. ESTUDO DE CASO

O objeto de estudo desta pesquisa consiste na análise do serviço de construção redes de distribuição e eletrificação rural, prestado pela empresa ETE – Construções e Montagens Elétricas, à Concessionária de Energia Elétrica do estado do Pará. A empresa em questão, ETE, presta serviços de ligações de unidades consumidoras (UC's) nas comunidades em áreas rurais (construção de redes de distribuição de eletrificação rural).

Vale ressaltar que as ligações de UC's fazem parte do Programa Luz para Todos (PLPT) do governo federal, que tem como objetivo principal levar energia elétrica as comunidades isoladas, onde não há fornecimento de energia.

A empresa ETE é responsável por mapear comunidades rurais não atendidas no Estado do Pará, principalmente na região sudeste, pelo sistema de distribuição convencional de energia, vinculado ao Sistema Interligado Nacional (SIN). Ao identificar o não atendimento, é realizado um projeto inicial de levantamento de UC's e construção de rede necessária para o atendimento, e em seguida apresentado ao setor de projetos do PLPT da concessionária local. Caso o projeto seja aprovado, este é liberado para execução pela ETE, a qual passa a ser a responsável direta pelo mesmo. Caso contrário são realizadas sugestões de correções à empresa. A liberação dos projetos por parte da concessionária depende da análise de viabilidade econômica realizada pelos seus respectivos analistas de projeto. No entanto, durante diversos meses a ETE vem atrasando a entrega dos projetos de ligações UC's para a concessionária de energia, devido ao não cumprimento de alguns requisitos no decorrer da etapa de execução dos projetos (liberados pela concessionária), merecendo destaque as seguintes questões: entrega de foto da placa de topologia, fotos ilegíveis (retrabalho), entre outros. Dessa forma, surge então a necessidade de se realizar um plano de melhoria da qualidade, e dentre as diversas ferramentas existentes, jogou-se mais adequada a utilização do MASP, pois esta permite identificar os problemas e implementar ações corretivas, além de identificar possíveis oportunidades de implementação de rotinas que venham a prevenir tais problemáticas.

#### III.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Fundada em 19 de agosto de 1969, em Belém do Pará, a ETE vem atuando com destaque na implantação e na manutenção dos projetos mais importantes do Sistema de Telecomunicações do Brasil, desde o nascimento do Sistema Telebrás (1972). Da construção do cabo submarino Brasil-Canárias (1971), passando pela expansão da rede de telefonia de grande parte dos Estados brasileiros: Rio de Janeiro, São Paulo, Pará, Espírito Santo, Distrito Federal, Roraima, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Goiás, Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Sul, Santa Catarina entre outros - até a construção dos atuais troncos ópticos, a ETE exibe presença cada vez mais significativa no mercado de telecomunicações, hoje muito competitivo.

O pioneirismo marca a atuação da ETE desde a sua fundação. A empresa foi a primeira a instalar fibras ópticas no Brasil; construiu o primeiro tronco óptico interurbano Rio - São Paulo; e, no Sistema Telebrás, em várias oportunidades inovou formas de trabalho, visando aumento de qualidade com redução de custos.

A competência e credibilidade conquistadas pela empresa no Brasil abriram as portas para voos internacionais. Entre outros

trabalhos, a ETE desenvolveu o projeto completo das redes de telefonia de 58 cidades da Nigéria - inclusive a maior do país, Ibadan, e da capital Lagos - totalizando mais de 250.000 terminais.

Após a privatização do Mercado Nacional de Telecomunicações, participou do primeiro contrato no modelo SLA (Service Level Agreement) para a manutenção de rede de acesso telecomunicações, incluindo Voz, Telefonia Pública, Adsl (banda larga), Dados e troncos interurbanos de cabos ópticos.

Atualmente a ETE tem uma presença marcante no mercado de distribuição de energia elétrica, sendo um dos grandes construtores do Programa Luz para Todos do governo Federal, atuando nos estados do Pará, Maranhão e Rio Grande do Sul.

A seguir será descrito o processo objeto de estudo. Sendo assim vale ressaltar alguns dos envolvidos diretamente com ele: supervisor do projeto, analista do projeto e supervisor de cadastro, onde o este primeiro é responsável por acompanhar in loco toda a execução da obra junto à subcontratada, garantindo que esta seja realizada conforme planejado e dentro das especificações de projeto. O analista por sua vez é contato direto do supervisor e é responsável por atualizar o AS BUILT (documento em autocad que descreve o andamento do projeto) e garantir que todo desvio em relação ao projeto seja ajustado e/ou justificado a mudança de escopo. E por fim o supervisor de cadastro é o responsável direto por validar os cadastros que são encaminhados via sistema pelo supervisor e analista. A seguir será descrito como cada envolvido realiza suas tarefas dentro do cadastramento e ligação de novas UC's.

#### III.2 PROCESSO OBJETO DE ESTUDO

Dentro dos diversos processos realizados pela empresa ETE para o planejamento, abertura, execução e entrega dos projetos de eletrificação rural, destacam-se: medição, logística de materiais, fiscalização, cadastro e ligação de consumidores (UC's). A seguir cada processo é descrito de maneira simplificada, mas antes é importante destacar que a empresa ETE apesar de ser a responsável direta pelo projeto perante a cliente (CELPA), ela subcontrata a etapa de execução do projeto, ou seja, ela contrata outras empresas parceiras para construção da rede e ligação de consumidores em modalidade de "linha morta" (sem a presença de energia elétrica).

- **Medição:** é o processo pelo qual a obra (projeto) é faturada de maneira parcial e final, ou seja, é o momento em que a rede é medida fisicamente, onde cada componente tem seu valor específico, como por exemplo: cabeamento, instalação de postes, transformadores, chaves seccionadoras, aterramento e consumidores (medidores e Kit's do programa, 2 lâmpadas e 2 tomadas);
- **Logística de materiais:** constitui-se basicamente na entrega de todos os materiais necessários para construção da rede e ligação dos futuros consumidores. Além do recolhimento de sobra de materiais após o fim da etapa de fiscalização;
- **Fiscalização:** consiste no processo de inspeção técnica do projeto baseada nas normas e padrões aplicáveis à concessionária (e.g. NT.31.018.01 – Padrão de estruturas de redes de distribuição aérea compacta para 15 kV e 36 kV) e é realizado após a conclusão do processo construtivo;
- **Cadastro e ligação de consumidores:** consiste no processo de integração de futuros consumidores ao sistema convencional

de distribuição de energia elétrica (tanto virtualmente como fisicamente), sendo este o processo foco do trabalho.

Todo processo de cadastro começa com a análise de viabilidade de ligação do consumidor em um respectivo projeto. Em seguida os dados do futuro cliente são coletados por um colaborador da subcontratada responsável pela construção da rede e repassado para o supervisor da obra (colaborador da ETE), o

qual por sua vez irá conferir se todos os dados obrigatórios estão preenchidos, se sim, o cadastro é digitado no sistema próprio da ETE e então este passará situação de “Pedido”, conforme mostrado na Figura 2. Caso contrário o supervisor retorna o cadastro ao responsável pela coleta das informações e solicita a correção.

Projeto	Empreiteira	Total Pedido	Cadastro Pendente	Corrigida	Válida	Recusada	Aceita	Baixada	Status
CL-1701633BLT0.1.0001A	CONSTRUTORA ELETROTHAYLA ...	23	-	-	-	-	-	23	

Figura 2: Fluxo do processo de cadastramento de futuros consumidores do programa PLPT.

Fonte: Sistema de informação da ETE, (2018).

Quando o cadastro entra no sistema, o analista responsável pela obra passa a complementar as informações, como: questões restritivas junto a receita federal no CPF do titular da futura conta contrato, localização do futuro consumidor, dados de medidor e transformador que atenderão o usuário e se será fornecido o KIT ao mesmo, informações estas que são oriundas do processo de planejamento de execução da obra realizado entre o supervisor e o analista via contato telefônico e relatório técnico. Além disso, neste momento o analista deve realizar o georeferenciamento (coordenadas de latitude e longitude via google earth) da obra e encaminhar ao setor de cadastro da ETE, o qual por sua vez verifica se já existe livro (identifica se há leitorista para região), caso não, o setor deverá solicitar ao departamento de UC's do PLPT da concessionária. Após esta etapa, os cadastros são passados para situação de “Cadastro”, conforme se vê ainda na Figura 2.

Ao atingir 80% de obra construída (momento em que todos os consumidores devem estar interligados à rede) o analista confronta as informações dos cadastros de acordo com as fotos da instalação enviadas pelo supervisor da obra e a lista de materiais patrimoniados fornecida pelo setor de logística (via sistema), como transformador e medidor. Caso os dados estejam todos corretos o analista passa os cadastros para situação de “Corrigida”, anexando informações importantes, como foto legível do medidor e do código identificador do transformador, instalados em campo, que atende aos consumidores (topologia).

Feito isso o cadastro passa a ser visualizado e estará disponível para validação pelo supervisor de cadastro, o qual irá conferir as informações preenchidas pelo analista e supervisor, observando as fotos anexadas e sua legibilidade. Além disso, ele também verifica se o número identificador do medidor não está duplicado com o banco de dados de todos os consumidores instalados pela concessionária. Caso esteja tudo correto e a CELPA já tenha fornecido o livro, os cadastros são validados e enviados ao setor responsável pelo PLPT-CELPA, passando para situação de “Válida”. Caso seja encontrada alguma pendência e/ou divergência o cadastro é passado para “Pendente”, e retorna para responsabilidade do analista.

Neste momento a responsabilidade passa a ser integralmente da concessionária, a qual inclui o consumidor em seu banco de dados, gera a respectiva conta contrato e “aceita” ou “recusa” o cadastro. Os únicos motivos pelos quais pode haver para situação de “recusada” é caso o consumidor possua alguma

restrrição cadastral em seu CPF ou haja duplicação ou não localização do código de identificação do medidor de energia. E por fim, quando o cadastro é entregue e digitado no SIN pela ELETROBRAS o consumidor é passado para “Baixada”, conforme mostrado na Figura 2.

Conforme descrito, o sistema de cadastro e ligação de consumidores está relativamente bem estruturado, logo teoricamente deveria ser pouco provável que haja atraso nas entregas de UC's pela ETE à cliente CELPA. No entanto, na maioria dos meses a empresa ETE não vinha alcançando as metas estabelecidas pela concessionária, mesmo tendo carteira de obras suficiente para isso, com exceção do mês de outubro que a meta estipulada foi bem a baixo do normal devido questões burocráticas de liberação de novos projetos, e junto com os meses de fevereiro e março ela conseguiu superar as metas enviando cadastros que estavam pendentes do ano anterior, nos demais meses ela não conseguiu cumprir as metas UC's instaladas, conforme pode ser visto na Tabela 2, dos dados históricos da empresa.

Tabela 2: Meta versus Realizado de UC's para o ano de 2016.

Mês Ano	Meta	Enviado		Meta foi alcançada ?
		Realizado	Meta - Realizado	
jan/16	149	146	3	Não
fev/16	106	213	- 107	Sim
mar/16	168	405	- 237	Sim
abr/16	471	267	204	Não
mai/16	298	249	49	Não
jun/16	400	148	252	Não
jul/16	500	371	129	Não
ago/16	500	299	201	Não
set/16	346	324	22	Não
out/16	15	421	- 406	Sim
nov/16	300	282	18	Não
dez/16	300	292	8	Não
Subtotal de 2016	3.553	3.417	136	Não

Fonte: Sistema Interno ETE, (2018).

Na tabela acima podemos observar que a empresa não está conseguindo cumprir as metas mensais de ligações de UC's, as quais são definidas com base nos novos projetos liberados. Observando a diferença entre os subtotais, meta menos realizado, ao longo do ano de 2016, chegamos em um valor de 136 UC's pendentes, mas na realidade esse valor só foi possível graças as entregas de UC's, nos meses de fevereiro e março, que estavam pendentes desde o ano de 2015. A empresa não dispôs a explicar a quantidade de UC's do ano de 2015 que foram entregues no ano de 2016, ela só esclareceu que eles buscam sempre cumprir 100% os projetos, já que ela só recebe por projeto finalizado, ou seja, sem nenhuma UC's pendente. Portanto o subtotal de UC's pendentes no ano 2016 foi maior que 136.

### III.3 APLICAÇÃO DA MASP

Neste trabalho as etapas da MASP serão aplicadas até a quarta etapa (plano de ação), em virtude do tempo da pesquisa, as etapas seguintes serão realizadas posteriormente.

#### Etapa 1 – Identificação do problema

Como dito anteriormente o processo de cadastro e ligação de consumidores será objeto deste estudo. E para um melhor entendimento do problema, atrasos nas entregas dos projetos de instalações UC's, enfrentado pela empresa ETE.

Para auxiliar na fundamentação da identificação do problema a empresa disponibilizou dados histórico de quatro projetos que estão atrasados, Tabela 3. Sendo que o universo de projetos atrasados não foi informado.

Tabela 3: Dados de projetos com UC's pendentes

Projeto	Nº de UC's com pendências	Porcentagem (%)
DMT/15.00835A	8	18
DMT/15.00847A	6	13
BLT00.81A	19	43
DMT/15.00857A	10	22

Fonte: Autores, (2018).

As quantidades percentuais de UC's com pendências são bastantes altas, chegando a 43% no projeto BLT00.81A, sendo que para a finalização dos projetos não deve haver nenhuma pendência.

Estas pendências acarretam maiores custos de não-qualidade, como elevação do custo do processo ocasionado pela necessidade de retrabalhos.

#### Etapa 2 – Observação

Nesta fase, foi iniciada investigação das características específicas dos atrasos, com a finalidade de entender como eles ocorrem exatamente, identificando situações irregulares e potenciais causadores do problema em análise.

Essas evidências foram coletadas da planilha de dados, Figura 3, onde são lançadas todas as pendências identificadas no processo, e serviram de base para a investigação e análise do problema, a fim de identificar as causas fundamentais.

Cod UC	Município	Projeto	Medidor	Titular	Problema	Recomendação
28648	Uruará-PA	DMT/15.00835A	11020244218	HELENA ROCHA DA SILVA	FALTA FOTO DA TOPOLOGIA	ENVIAR FOTO LEGÍVEL DA TOPOLOGIA DO TRAFÓ QUE ATENDE A RESPECTIVA UC
28642	Uruará-PA	DMT/15.00835A	11020244170	AMERO DA SILVA	FOTO DA TOPOLOGIA ILEGÍVEL	ENVIAR FOTO LEGÍVEL DA TOPOLOGIA DO TRAFÓ QUE ATENDE A RESPECTIVA UC
28627	Uruará-PA	DMT/15.00835A	11021391036	EDSON BARROS DE PAIVA	FALTAM FOTOS DE CIA E TOPOLOGIA	ENVIAR FOTO LEGÍVEL DA TOPOLOGIA E CIA QUE ATENDE A RESPECTIVA UC
28632	Uruará-PA	DMT/15.00835A	11020244048	CLAUDIONICE OLIVEIRA	FALTAM FOTOS DE CIA E TOPOLOGIA	ENVIAR FOTO LEGÍVEL DA TOPOLOGIA E CIA QUE ATENDE A RESPECTIVA UC
28650	Uruará-PA	DMT/15.00835A	11021391044	CLAUDIONICE OLIVEIRA	FALTAM FOTOS DE CIA E TOPOLOGIA	ENVIAR FOTO LEGÍVEL DA TOPOLOGIA E CIA QUE ATENDE A RESPECTIVA UC
28638	Uruará-PA	DMT/15.00835A	11021391052	JOAO PEREIRA GOMES	FOTOS DE CIA E TOPOLOGIA ILEGÍVEIS. VÃO LONGO	ENVIAR FOTO LEGÍVEL DA TOPOLOGIA E CIA QUE ATENDE A RESPECTIVA UC + JUSTIFICATIVA DE VÃO DE ATENDIMENTO LONGO
28925	Uruará-PA	DMT/15.00835A	11020244099	MARIA MADALENA COELHO	FOTOS DE CIA E TOPOLOGIA ILEGÍVEIS	ENVIAR FOTO LEGÍVEL DA TOPOLOGIA E CIA QUE ATENDE A RESPECTIVA UC
28973	Uruará-PA	DMT/15.00835A	11020244064	ADIVAR ELISIÁRIO DOS SANTOS	FALTAM FOTOS DA CIA E TOPOLOGIA	ENVIAR FOTO LEGÍVEL DA TOPOLOGIA E CIA QUE ATENDE A RESPECTIVA UC
28765	Uruará-PA	DMT/15.00847A	13041944794	FRANCISCO JOSE DOS SANTOS	FALTA FOTO DA TOPOLOGIA	ENVIAR FOTO LEGÍVEL DA TOPOLOGIA DO TRAFÓ QUE ATENDE A RESPECTIVA UC
28766	Uruará-PA	DMT/15.00847A	13041936090	JOSELHA DOS SANTOS	FOTO DA CIA ILEGÍVEL	ENVIAR FOTO LEGÍVEL DA CIA DO TRAFÓ QUE ATENDE A RESPECTIVA UC
28728	Uruará-PA	DMT/15.00847A	13041786927	FRANCISCO FERREIRA	FOTO DA CIA ILEGÍVEL	ENVIAR FOTO LEGÍVEL DA CIA DO TRAFÓ QUE ATENDE A RESPECTIVA UC
29611	Uruará-PA	DMT/15.00847A	13020235084	WELLINGTON DA SILVA	FALTA FOTO DA TOPOLOGIA	ENVIAR FOTO LEGÍVEL DA TOPOLOGIA DO TRAFÓ QUE ATENDE A RESPECTIVA UC
28749	Uruará-PA	DMT/15.00847A	13041944760	ANTONIO CARLOS HELOISA	FALTA FOTO DA TOPOLOGIA	ENVIAR FOTO LEGÍVEL DA TOPOLOGIA DO TRAFÓ QUE ATENDE A RESPECTIVA UC
29625	Uruará-PA	DMT/15.00847A	11020092469	LEONEL FONTANA JUNIOR	VÃO LONGO	JUSTIFICAR A EXISTENCIA DA LIGAÇÃO COM VÃO LONGO

Figura 3: Print screen de parte da planilha de dados da empresa (ETE).

Fonte: Dados da empresa, (2018).

Para uma exposição mais explícita das causas do problema analisado foi elaborada a Tabela 4, com os dados coletados, a fim de conhecer com clareza quais eram as pendências geradas durante o processo.

Tabela 4: Motivos de pendências.

Pendências	Nº de ocorrências	Procentagem (%)
Falta inclusão do analista	18	31,58
Falta foto de topologia/da placa de topologia	10	17,54
Faltam fotos da cia e topologia	4	7,02
Foto da cia ilegível	3	5,26
O supervisor informou que este medidor foi deslocado	3	5,26
Ponto ainda não informada pelo supervisor	2	3,51
Vão longo sem justificativa	2	3,51
Falta informação do transformador	1	1,75
Falta instalar placa de topologia	1	1,75
Falta ponto do consumidor	1	1,75
Falta ponto do consumidor e transformador no as built.	1	1,75
Falta pont. de deriv. do consum./Falt. inform. do cabo de bt.	1	1,75
Falta foto do medidor instalado em campo	1	1,75
Falta informação do cabo de bt	1	1,75
Fase b	1	1,75
Falta inform. de derivação da bt. falta inform. de cabo da bt	1	1,75
Foto da topologia ilegível	1	1,75
Fotos de cia e topologia ilegíveis	1	1,75
Fotos de cia e topologia ilegíveis. vão longo	1	1,75
Falta informação de derivação de atendimento	1	1,75
Vão longo	1	1,75
Vão longo. faltam informações de cabo da bt.	1	1,75

Fonte: Autores, (2018).

### Etapa 3 – Análise

Diante da necessidade de detectar qual ou quais as pendências prioritárias a serem tratadas, utilizou-se o gráfico de Pareto, a partir dos dados da Tabela 4, pois esta ferramenta nos auxilia na identificação de todas as causas que influenciam diretamente nos atrasos de UC's, principalmente as poucas causas que determinam muitas pendências, e eliminando-se as causas principais diminuem-se substancialmente o número de UC's com pendências, consequentemente menor número de atrasos nas entregas dos projetos de ligações UC's.

O gráfico da Figura 4 mostra as informações de maneira clara, evidente e visual quais são as principais causas do problema estudado, que são: falta inclusão do analista, com 31,58% do total de pendências e falta foto de topologia/da placa de topologia, com 17,54% das pendências.

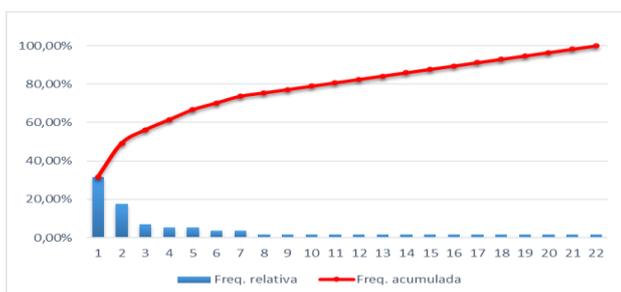


Figura 4 – Gráfico de Pareto das pendências.

Fonte: Autores, (2018).

Também foi elaborado um gráfico de rosca, Figura 5, para mostrar que 5 tipos de pendências (falta inclusão do analista, falta foto de topologia/da placa de topologia, faltam fotos da cia de topologia, foto da cia ilegível e supervisor informou que este medidor foi deslocado) são responsáveis por 66,67% do total dos atrasos nas entregas dos projetos de ligações UC's, registrados durante o processo de instalação de UC's.

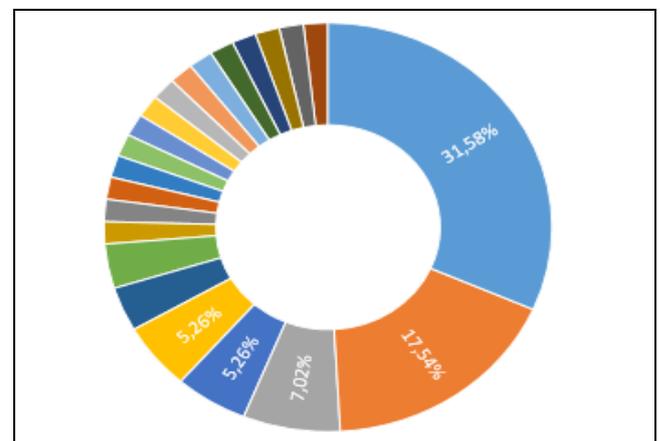


Figura 5: Gráfico de rosca.

Fonte: Autores, (2018).

Uma outra maneira de representar os dados da Tabela 4, seria agrupar as pendências que são semelhantes em sua origem (fotos com 37%, falta de inclusão do analista com 32%, falta informação com 19% e outros com 12%), como mostra a Figura 6, e assim poder representar as causas vitais que provocam os atrasos nas entregas dos projetos de ligações UC's.

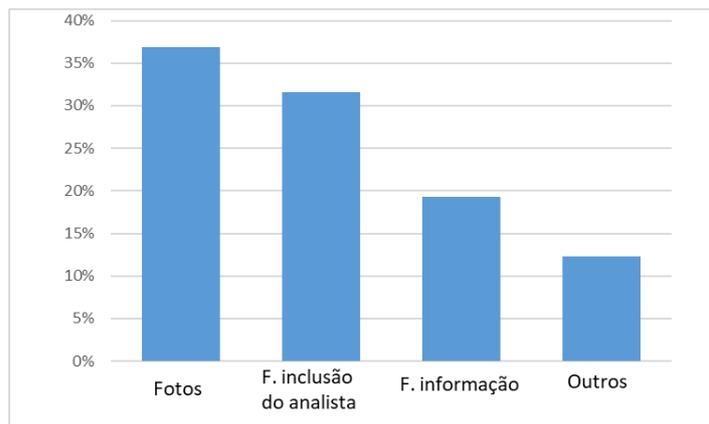


Figura 6: Problemas agrupados.

Fonte: Autores, (2018).

Analisando as Figuras 5 e 6, pode-se concluir que os principais problemas responsáveis por gerar pendências operacionais de UC's são:

- Falta inclusão do analista, com 31,58% do total de ocorrências;
- Falta foto de topologia/da placa de topologia, com 17,54% das ocorrências;

- E, faltam fotos da cia de topologia, foto da cia ilegível e supervisor informou que este medidor foi deslocado, os três somam 17,54% do total de ocorrências.

Através do agrupamento dos problemas que são semelhantes em sua origem, Figura 7, pode-se evidenciar qual a contribuição de cada um, e assim poder representar as causas vitais que provocam os atrasos nas entregas dos projetos de ligações UC's.

- Fotos, foi o grupo que mais representou as causas vitais, com 37%;
- Falta de inclusão do analista, representam 32% das causas vitais;
- Falta informação e outros, representam, respectivamente, 19% e 12% das causas vitais.

Com as informações que foram reunidas foi elaborado um plano de ação para bloquear as pendências em UC's.

#### Etapa 4 – Plano de ação

Após a análise das causas fundamentais do problema estudado, elaborou-se um plano de ação, Tabela 5, utilizando-se a metodologia 5W1H, ao invés de 5W2H por não ser possível estipular valores para execução das ações, priorizando as principais causas, por compreender que a eliminação dessas causas traria um benefício significativo para a redução dos atrasos nas entregas dos projetos de ligações UC's, e conseqüentemente a necessidade de retrabalhos. O objetivo deste plano de ação é apontar as principais causas e propor medidas para cessar ou minimizar o problema estudado.

Tabela 5: Plano de Ação para as principais causas.

Plano de Ação – 5W1H					
<i>What?</i> O que deve ser feito?	<i>Why?</i> Por que deve ser feito?	<i>Who?</i> Quem deverá fazer?	<i>When?</i> Quando deverá ser feito?	<i>Where?</i> Onde deverá ser feito?	<i>How?</i> Como deverá ser feito?
Resolver problemas relacionados com fotos	Cumprir a meta de ligações de UC's	Supervisores de campo mais próximos	3 dias	Nos locais de ocorrências	Verificar UC's com pendência e ir em loco saná-las
Inclusão do analista	Sanar as pendências	Analista de projeto	2 dias	ETE – base de Belém	Verificação - correção
Resolver problemas que faltam informações	Cumprir a meta de ligações de UC's	Supervisores de campo mais próximos	3 dias	Nos locais de ocorrências, se necessário	Verificação e correção
Resolver demais problemas	Cumprir a meta de ligações de UC's	Supervisores de campo, Analista de projeto e Supervisores de cadastro	3 dias	Nos locais de ocorrências, se necessário	Verificação e correção
Treinamento	Faze-os conhecer a importância do controle do processo	Os funcionários efetivos	1 mês	ETE – bases de Altamira e Belém	Através de palestras

Fonte: Autores, (2018).

Como a empresa executa projeto em regiões isoladas de várias cidades do estado do Pará, seria inviável alocar um

funcionário para resolver, por exemplo, os problemas com fotos. Ela verifica se tem alguma equipe realizando a execução de

algum projeto nas proximidades que onde tem UC's com pendências, então solicita que o supervisor mais próximo se desloque ao local das ocorrências para resolver as pendências.

#### **Etapa 5 – Ação**

A execução deste Plano de Ação precisará ser acompanhada através de reuniões periódicas, objetivando a revisão e verificação da evolução de cada ação, bem como as dificuldades que surgirão para a execução de cada uma delas.

#### **Etapa 6 – Verificação**

Depois de descobrir as causas fundamentais foi desenvolvido um plano de ação para zerar ou minimizar ao máximo as pendências das UC's. O plano de ação foi elaborado com o intuito de propor algumas ações corretivas para o melhoramento do processo através da ferramenta 5WIH.

As ações a serem tomadas precisarão ser acompanhadas ao longo de sua implementação. Considera-se que se elas forem eficientes, apresentarão resultados satisfatórios com a redução no % de UC's com pendências, conseqüentemente retrabalhos no processo.

#### **Etapa 7 – Padronização**

A padronização do processo ocorrerá se as ações de melhoria forem inseridas na rotina do processo da empresa, impedindo que as pendências nas UC's voltem a se repetir. Assim, todos os procedimentos e ações de melhorias terão que fazer parte do dia a dia dos colaboradores.

#### **Etapa 8 – Conclusão**

Após aplicação da MASP tornou-se mais fácil detectar os problemas prioritários, secundários, e agir nas causas fundamentais do problema de atrasos nas entregas dos projetos de ligações UC's.

### IV. CONCLUSÕES

Após aplicar da Metodologia de Análise e Solução de Problemas (MASP), pode-se concluir que o método pode ser utilizado para solucionar problemas diversos. Também se comprovou que a MASP é uma metodologia simples, porém muito eficaz. Sua utilização no processo de gestão visa ações corretivas e preventivas de forma a detectar os problemas e propor ações com foco na melhoria contínua. Este trabalho foi desenvolvido dentro dos conceitos de gerenciamento da qualidade, e pelos dados apresentados anteriormente foi considerado eficaz, sendo seu principal objetivo alcançado, identificação das causas de atrasos nas entregas dos projetos de ligações UC's. Podemos, desta forma, concluir que o trabalho poderia beneficiar economicamente a empresa, pois todos os envolvidos no processo passariam a entender que a utilização da MASP com o auxílio das ferramentas da qualidade, como instrumento de melhoria contínua, podendo reduzir os custos dos processos.

### V. REFERÊNCIAS

[1] V. F. Campos. TQC – Controle da Qualidade Total: no estilo japonês. 8ª ed. Nova Lima, MG: INDG Tecnologia e Serviços, 2004.

[2] L. L. Marçal, A. C. A. Silva, N. N. Costa. Aplicação do MASP, utilizando o Ciclo PDCA na solução de Problemas no fluxo de Informações entre o PPCP e o Almoxarifado de uma fábrica de refrigerantes para o Abastecimento de tampas Plásticas

e rolhas metálicas. Anais do ENEGEP – Encontro nacional de Engenharia de Produção, 2008.

[3] J. P. Cerqueira. A metodologia de Análise e Solução de Problemas. São Paulo: Pioneira, 1997.

[4] E. P. Paladini. Gestão da Qualidade: teoria e prática. 1ª ed. São Paulo: Atlas, 2000.

[5] J. M. Juran. A Qualidade desde o Projeto. 3ª ed. São Paulo: Pioneira, 1992.

[6] P. B. Crosby. Qualidade é investimento. 6ª ed. São Paulo: José Olympio, 1994.

[7] G. Vieira Filho. Gestão da Qualidade Total: uma abordagem prática. 2ª ed. Campinas-SP: Alínea, 2010.

[8] I. Marshall Jr *et al.*. Gestão da Qualidade. 8ª ed. Rio de Janeiro: FGV, 2007.

[9] S. Vieira. Estatística para a qualidade: como avaliar com precisão a qualidade em produtos e serviços. 1ª ed. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

[10] A. W. Ramos. CEP para processos contínuos e em bateladas. 1ª ed. Fundação Vanzolini, São Paulo: Edgard Blucher LTDA, 2000.

[11] H. Kume. Métodos estatísticos para melhoria da qualidade. 11ª ed. São Paulo: Gente, 1993.

[12] M. C. C. Werkema. As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos. 2ª ed. Belo Horizonte: UFMG - Fundação Christiano Ottoni, 1995.

[13] H. R. M. Hora, H. G. Costa. Tomada de Decisão do MASP: Uma Contribuição para Decisões Utilizando a Matriz AHP. Anais do ENEGEP – Encontro nacional de Engenharia de Produção, 2009.

[14] E. E. Arioli. Análise e solução de problemas: o método da qualidade total com dinâmica de grupo. 1ª ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998.

[15] J. Z. N. Oliveira, J. C. Toledo. Metodologia de análise e solução de problemas (MASP): estudo de caso em uma empresa de pequeno porte do setor eletroeletrônico; Anais do XV SIMPEP - Simpósio de Engenharia de Produção, 2008.



## Extraction of residual phospholipids from defatted soybean meal

Paula Fernandes de Siqueira Machado<sup>1</sup>, Carlos Francisco Pedroso<sup>2</sup>, Roberto de Campos Giordano<sup>3</sup>, Paulo Waldir Tardioli<sup>4</sup>, Raquel de Lima Camargo Giordano<sup>5</sup>

<sup>1,2</sup> Instituto Científico e Tecnológico de Agronegócios Ltda. Rua Natal Cecone, 145, 2º Andar, 81.200-330, Curitiba, PR, Brasil;

<sup>1,2,3,4,5</sup> Postgraduation Program in Chemical Engineering of the Federal University of São Carlos (PPGEQ/UFSCar), Rodovia Washington Luiz, km 235, 13565-905, São Carlos, SP, Brazil;

<sup>2,3,5</sup> Chemical Engineering Department, Federal University of São Carlos, Rodovia Washington Luiz, km 235, PO Box 676, 13565-905, São Carlos, SP, Brazil.

Email: [icta.pesquisa@gmail.com](mailto:icta.pesquisa@gmail.com), [carlos@intecso.com.br](mailto:carlos@intecso.com.br), [raquel@ufscar.br](mailto:raquel@ufscar.br), [pwtardioli@ufscar.br](mailto:pwtardioli@ufscar.br)

### ABSTRACT

**Received:** February 11<sup>th</sup>, 2019

**Accepted:** February 28<sup>th</sup>, 2019

**Published:** March 31<sup>th</sup>, 2019

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM).

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International

License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Phospholipids are the main components of commercial lecithin, which is widely used in food and pharmaceutical industries. This work studies the extraction of residual phospholipids (PLs) from soybean meal, which is produced after soy oil extraction with hexane. The extraction efficiency was evaluated with four systems: hexane, hexane:ethanol (4:1, v/v), chloroform:methanol (2:1, v/v), and ethanol:water (3:1, v/v). Ethanol:water and hexane:ethanol were more effective, presenting similar extraction yield. The ethanol:water relation was then varied from 30 to 90% (v/v), and the best extraction conditions were 70 and 90% (v/v), with maximum yield of 1.50 g/100g. Although, the highest PLs solubility, 6.225 g/L, was observed for 90% ethanol, at 75°C. This work allowed confirming the presence of a significant amount of residual phospholipids in soybean meal, which can be recovered using different solvent systems and processed in products with high commercial value.

**Keywords:** soybean meals, residual phospholipids, lecithina, solid-liquid extraction.

## Extração de fosfolipídio residual a partir de farelo de soja desengordurado

### RESUMO

Fosfolipídios são os principais componentes da lecitina comercial, substância amplamente utilizada na indústria de alimentos, devido as suas propriedades emulsificantes. Neste trabalho foram avaliados os rendimentos da extração de fosfolipídios residuais a partir do farelo de soja, produto gerado após a extração hexânica do óleo do grão de soja. A eficiência de extração foi avaliada em quatro sistemas: hexano; hexano:etanol (4:1, v/v), clorofórmio:metanol (2:1, v/v) e etanol: água (3:1, v/v). As misturas etanol:água e hexano:etanol foram mais eficientes, apresentando taxas similares de extração. A proporção ideal etanol: água também foi avaliada e as melhores extrações foram obtidas com 70% e 90% de etanol (v/v), chegando a taxas máximas de 1,5g/100g, enquanto que a melhor solubilidade do fosfolipídio foi em 90%, 6,225 g/L a 75 °C. Esses resultados confirmam a presença significativa de fosfolipídios residuais, os quais podem ser facilmente recuperados e processado para obtenção de produtos com alto valor comercial

**Palavras-chave:** farelo de soja, fosfolipídio residual, lecitina, extração sólido-líquido.

### I. INTRODUCTION

Fosfolipídios (PL) são lipídios polares [1] de grande interesse das indústrias de alimentos e farmacêutica devido ao poder emulsificante e a sua importância nutricional [2]. São os

principais constituintes das lecitinas comerciais. Apesar da terminologia não ser a mais exata, tornou-se habitual nos círculos industriais chamar de lecitina a mistura de fosfolipídios, triglicerídeos, lipídios complexos e carboidratos obtida industrialmente pelo processo de degomagem de óleos vegetais

brutos [3]. As Lecitinas podem ser obtidas da gema de ovo e de várias sementes oleaginosas, tais como linho, algodão, germe de milho, girassol, colza, e soja [4]. O grão de soja é a fonte vegetal predominante de lecitina, devido a abundância de fosfolipídios em sua constituição [5].

Sackeheim e Lehman [6] dividem os fosfolipídios em duas categorias: fosfoglicerídeos (ou glicerofosfolipídios, [7]) e fosfoesfingosídeos (ou esfingomielinas, [7]), dependendo de sua porção polar. Nos fosfoglicerídeos, o glicerol forma um éster com dois ácidos graxos adjacentes e uma unidade fosfato ligada a um substituinte derivado de um álcool de baixo peso molecular [8].

Como os fosfoglicerídeos apresentam duas cadeias hidrofóbicas longas e um grupo polar (hidrofílico), são moléculas anfipáticas capazes de formar micelas em água [6, 8]. Os fosfolipídios mais abundantes nas lecitinas são: fosfatidilcolina (PC), fosfatidiletanolamina (PE) ácido fosfatídico (PA) e fosfatidilinositol (PI) [9]. O grupo de Beare-Rogers [10] em trabalho colaborativo interlaboratorial publicado junto à IUPAC determinaram a composição de concentrados de lecitina de soja comercialmente disponíveis, em relação aos níveis de fosfatidiletanolamina (9,45 – 15,80%), ácido fosfatídico (4,68 – 12,58%), fosfatidilinositol (7,67 – 12,43%) e fosfatidilcolina (9,33 – 19,01%), por cromatografia líquida de alta eficiência.

Atualmente, o solvente utilizado para extração de óleo de sementes oleaginosas é o hexano [11]. O óleo bruto, obtido por extração direta por hexano, contém aproximadamente 2-3% de fosfolipídios. Este óleo é degomado mediante hidratação dos fosfolipídios com água e separação dos mesmos por centrifugação. As gomas separadas podem ser incorporadas aos farelos proteicos de soja ou secas dando origem às lecitinas comerciais tradicionais [12]. Diversos estudos tem demonstrado a baixa eficiência do hexano na remoção de lipídios polares [13-17].

Segundo Hayes e colaboradores [16], a quantidade de lipídios residuais no farelo oscila entre 0,5 a 5% do seu peso seco. Para a extração de lipídios residuais do farelo, os autores sugerem a utilização de um meio de extração contendo um solvente hidrocarboneto (hexano, n-heptano, naftas, parafinas, e misturas) e um álcool monoídrico (metanol, etanol, isopropanol, n-propanol, butanol, isobutanol, n-butanol e misturas desses). Se a concentração do álcool for muito baixa (<10%) a eficiência de remoção é reduzida, se for muito alta (>70%), haverá uma significativa remoção de outros componentes, como açúcares. É desejável que a umidade da mistura esteja entre 5 e 15%, não ultrapassando esse valor.

Os lipídios tem grande faixa de hidrofobicidade sendo praticamente inviável a utilização de um único solvente universal. Lipídios neutros contêm apenas ligações covalentes, sendo facilmente extraídos por solventes apolares, enquanto os lipídios polares estão unidos por forças eletrostáticas e pontes de hidrogênio necessitando, portanto, de um solvente polar capaz de competir com tais interações [17]. A mistura de solvente ideal para extração de matéria graxa de tecidos deve ser suficientemente polar para removê-los das associações com as membranas celulares ou com lipoproteínas, sem que ocorra reação química. Os métodos que utilizam a mistura binária clorofórmio e metanol para extração de lipídios têm como vantagem a capacidade de extrair tanto os lipídios neutros quanto os lipídios polares eficientemente, no entanto, a toxicidade destes solventes limita a utilização para escala de bancada apenas.

O presente estudo foi realizado com intuito de avaliar diferentes sistemas de solventes para a extração de fosfolipídios em farelo de soja e comparar os sistemas testados ao solvente comumente utilizado em extração de óleo, o hexano. O comportamento destes compostos foi estudado em diferentes concentrações de etanol e a condição de saturação dos principais fosfolipídios foi determinada para cada concentração etanólica em diferentes temperaturas.

## II. DESENVOLVIMENTO

Para os experimentos de extração de fosfolipídios utilizou-se farelo de soja desengordurado e tostado Imcosoy 48, produzido pela Imcopa – Importação, Exportação e Indústria de Óleos S.A. Os testes de solubilidade da lecitina em pó foram realizados com Lecitina em Pó Solec F, produzida pela Solae do Brasil - Indústria e Comércio de Alimentos Ltda. Os solventes utilizados foram todos de grau analítico.

### II.1 MÉTODOS ANALÍTICOS

As análises de proteína bruta, umidade e lipídios foram realizadas no laboratório de controle de qualidade da Imcopa – Importação, Exportação e Indústria de Óleos S.A. A análise de proteína bruta foi realizada pelo método Kjeldahl, conforme descrito na monografia Bc 4-91 da AMERICAN OIL CHEMIST'S SOCIETY [18]. A análise de umidade foi realizada pela perda de massa do farelo a temperatura de 130°C por três horas, conforme descrito na monografia Ac 2-41 da AMERICAN OIL CHEMIST'S SOCIETY [18]. A análise de lipídios foi realizada por extração por solvente orgânico sob aquecimento por 3 horas conforme descrito na monografia Ba 3-38 da AMERICAN OIL CHEMIST'S SOCIETY [18].

As análises de açúcares e fosfolipídeos foram realizadas em cromatografo líquido de alta eficiência (CLAE) Agilent 1200 series e Software Chemstation.

Os açúcares foram analisados com detecção por índice de refração. A coluna usada foi Supelcogel Ca 300 x 7,8 mm com pré-coluna Supelcoguard CA 50 x 4,6 mm da Supelco. A fase móvel foi água ultra pura. As condições cromatográficas empregadas foram: volume de injeção de 5 µL, fluxo da fase móvel 0.3 mL/min, temperatura do forno de coluna 80°C, tempo de corrida de 35 minutos

Os teores de fosfolipídios foram quantificados por cromatografia líquida em fase normal com detecção de espalhamento de luz evaporativo. Foi usada uma coluna de sílica modelo Varian Pursuit XRS Si 100 x 4,6 mm, 3.0 µm, com uma temperatura de forno de 40 °C. A fase móvel usada foi uma mistura de solventes orgânicos divididos em dois grupos. A fase móvel A: n- hexano, 2-propanol, ácido acético glacial, trietilamina (820/165/10/0,8 v/v/v/v) e a fase B composta por 2-propanol, água ultrapurificada, ácido acético glacial, trietilamina (845/140/1,0/0,8 v/v/v/v)

### II.2 EXPERIMENTOS LABORATORIAIS

Testes em escala de laboratório foram planejados para se estudar a extração de fosfolipídios remanescentes no farelo de soja após extração do óleo bruto da soja com hexano. O primeiro experimento foi conduzido para avaliar a eficiência de extração de quatro diferentes sistemas de solventes: hexano, hexano:etanol,

etanol aquoso e clorofórmio:metanol, estabelecendo-se o sistema de solvente mais adequado para se obter o maior rendimento de extração. Com o intuito de verificar se a concentração do sistema de solventes selecionada no primeiro teste era a mais adequada (75% v/v etanol aquoso), um segundo experimento foi conduzido variando-se a concentração de etanol utilizada em solução aquosa. Ainda utilizando como solvente a solução alcoólica, o terceiro experimento foi realizado com objetivo de avaliar as solubilidades dos fosfolipídios de acordo com a concentração alcoólica e a temperatura, sendo que neste experimento a lecitina em pó foi utilizada como matéria prima por apresentar um teor elevado de fosfolipídios.

Uma amostra de farelo desengordurado de soja, aproximadamente 2 kg, foi coletada e moída em moinho analítico padronizando sua granulometria abaixo de 0,50mm (35 mesh). Analisaram-se os teores de umidade, proteína bruta, lipídios e açúcares.

Uma alíquota de aproximadamente 100g foi colocada em papel filtro qualitativo procurando-se minimizar a compactação. Na parte superior do papel foi colocada uma porção de algodão para promover melhor distribuição do solvente no leito. A amostra foi então colocada em extrator de Soxhlet de 500 mL.

Em um balão de fundo arredondado foram colocados os solventes de extração para cada experimento: etanol 75%, hexano:etanol (4:1), hexano e clorofórmio:metanol (2:1). O experimento foi realizado em capela com exaustão.

As amostras foram extraídas exaustivamente por 24 horas, procurando garantir assim uma extração completa dos fosfolipídios possíveis pelo solvente. Após a extração o farelo o solvente foi removido em estufa com circulação de ar a 75°C, enquanto o material extraído foi concentrado em evaporador rotativo Fisatom modelo 803 a aproximadamente 60°C e 500 mmHg. Os procedimentos de extração foram realizados em triplicata.

No farelo desengordurado extraído procederam-se análises de proteína, umidade e lipídios. No farelo extraído com etanol 75% analisou-se também o teor de açúcares. Nos extratos concentrados quantificou-se o teor de fosfolipídios.

A extração foi realizada em um balão de extração aquecido e agitado por chapa aquecedora magnética e conectado a um condensador. As condições da extração foram: temperatura de ebulição do solvente; farelo desengordurado moído, com granulometria inferior a 0,5 mm; massa inicial de farelo igual a 100g; volume de solvente de 1,6 litros; tempo de extração de 45 minutos, considerados a partir do início da ebulição do solvente; agitação constante.

Após a extração filtrou-se o farelo em papel filtro qualitativo, com auxílio de bomba de vácuo e funil de Büchner, e em seguida lavou-se o farelo com 300 mL de solvente limpo, na temperatura de ebulição. O farelo foi acondicionado em copo de Becker tarado e seco em estufa de circulação para posterior pesagem. O solvente, contendo os extratos, foi filtrado para remoção de qualquer resíduo sólido, concentrado em evaporador rotativo e pesado para análise dos teores de proteína e umidade dos farelos residuais e o teor de fosfolipídios.

Primeiramente, estudou-se o comportamento da lecitina em pó quando solubilizada em diferentes sistemas solventes variando-se a concentração alcoólica de zero (água deionizada) a

100% (etanol anidro). O estudo foi realizado em temperatura ambiente, pois se entende que o aumento de temperatura aumentará a solubilidade em qualquer proporção de solvente testada.

Adicionou-se aproximadamente 1g de lecitina em pó e 100 mL de solução alcoólica, anotando-se os pesos exatos da lecitina pesada e da mistura final em balança analítica. A solubilização foi feita em Erlenmeyer de 250 mL, por duas horas em mesa agitadora orbital, mantida a 25°C. Após solubilização as amostras foram filtradas em papel filtro qualitativo e em seguida centrifugadas a 4000 rpm por 10 minutos, pois se observou a presença de precipitados em algumas das amostras após a filtração. Os sobrenadantes foram enviados para análise de teor de fosfolipídios.

Obtido o perfil de solubilidade da lecitina em relação ao grau alcoólico, escolheram-se os pontos de maior e menor solubilidade e um ponto intermediário para estudo dos perfis de solubilidade em função da temperatura (25-75°C). Em balão de fundo chato colocou-se 17g de lecitina em pó e 1,7 litros de solvente. As concentrações de etanol testadas foram 50, 75 e 90%. Ao balão de fundo chato acoplou-se um condensador e todo o sistema foi levado ao aquecimento em agitador magnético por duas horas. Cada solvente foi testado nas temperaturas de 25, 40, 50, 60 e 75°C. Posteriormente, as amostras foram transferidas para tubos de centrífuga, sendo submetidas à centrifugação a 4.000 rpm por cerca de 10 minutos na temperatura de extração. Os sobrenadantes das amostras foram filtrados com auxílio de filtros qualitativos. As análises foram realizadas em triplicatas para cada variável testada.

### III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### III.1 INFLUÊNCIA DE DIFERENTES SOLVENTES NAS EFICIÊNCIAS E SELETIVIDADE DA EXTRAÇÃO DE FOSFOLIPÍDIOS RESIDUAIS NO FARELO DESENGORDURADO

Os resultados obtidos em 24 horas de extração etanol 75%, hexano, etanol: hexano (4:1) e clorofórmio: metanol (2:1) em Soxhlet estão mostrados na Tabela 1. Observa-se que os solventes com maiores capacidades de extração dos fosfolipídios do farelo de soja desengordurado foram o etanol 75% e a mistura hexano: etanol. Os rendimentos obtidos (expressos em massa de fosfolipídios por massa de farelo desengordurado seco) foram 1,48% para o etanol 75% e 1,44% para a mistura hexano:etanol, enquanto para o hexano, solvente usualmente empregado pelas empresas esmagadoras de soja, foi de 0,43%. Os resultados de rendimento mássico da extração indicam que tanto etanol 75% quanto a mistura hexano:etanol parecem ser igualmente satisfatórios para a extração do teor residual de fosfolipídios. Contudo, se analisarmos a composição dos extratos obtidos, verifica-se que com etanol 75% obteve-se 8,10% de fosfolipídios em relação à massa de extrato seco, enquanto o extrato obtido com a mistura hexano: etanol teve 40,61% (massa de fosfolipídios/massa de extrato seco). Essa diferença decorre, devido a extração conjunta de fosfolipídios e açúcares pelo solvente etanol 75%. Portanto, a mistura hexano:etanol permitiu atingir maior grau de pureza do extrato.

Tabela 1: Rendimentos de extração de fosfolipídios obtidos para diferentes solventes com 24 horas de extração em Soxhlet.

Solvente	Rendimento	Teor de PL no
	de extração	extrato seco
	%	%
Hexano	0,43 ±0,01	34,81 ±1,45
Hexano:Etanol (4:1)	1,44 ±0,03	40,61 ±4,64
Clorofórmio:Metanol (2:1)	1,08 ±0,07	22,05 ±1,89
Etanol 75°GL	1,48 ±0,01	8,11 ±0,11

Fonte: Autores, (2019).

Os sistemas clorofórmio: metanol e hexano:etanol foram escolhidos com base nos trabalhos encontrados na literatura [15-17]. O etanol em solução aquosa foi escolhido devido à sua utilização na produção de concentrados proteicos [19]. Adicionalmente, a utilização do etanol como solvente para extração de lipídios tem recebido atenção por ser menos tóxico e mais sustentável em relação aos solventes derivados de petróleo [20-21]. A qualidade da lecitina também está relacionada ao perfil de fosfolipídios, sendo importante a presença de fosfolipídios de diferentes polaridades e por esse motivo foi realizada a otimização o processo de extração de fosfolipídios em etanol aquoso

A Figura 1 mostra uma comparação entre os rendimentos de extração de cada solvente para os quatro principais fosfolipídios (PC, PI, PE e PA) e para o somatório dos PLs minoritários. Para todos os solventes, a fosfatidilcolina (PC) é o fosfolipídio majoritário, seguida do fosfatidilinositol (PI). As relações entre os teores de fosfolipídios de cada extrato foram muito similares, com exceção do etanol 75%, no qual se obteve maior extração de PI e menor extração de PA e dos PLs minoritários em relação aos fosfolipídios totais. O clorofórmio:metanol apresentou acentuada seletividade para os PLs minoritários. Conforme relatado por Brum et al. [17], Nielsen [15] e Hayes et al. [16] todas as misturas que contendo solventes polares foram superiores ao hexano na extração dos fosfolipídios. Segundo Hayes et al. [16] o álcool monoídrico não funciona somente como um co-solvente, mas como um agente que reduz a tensão superficial do solvente, aumentando sua capacidade de penetração e promovendo a liberação de lipídeos do complexo proteína-carboidrato. Em desacordo com o relatado por Brum et al. [17], a mistura clorofórmio:metanol foi menos eficiente na extração dos fosfolipídios que mistura hexano:etanol. Também contrariando o relatado por Hayes et al. [16] a extração com etanol aquoso foi tão eficiente quanto o hexano:etanol, podendo ser utilizada como única etapa de extração para obtenção de lecitina e concentrado proteico.

Comparando-se o perfil de PLs dos extratos etanol 75% e hexano:etanol (4:1), que tiveram eficiências de extração similares, observa-se que o etanol 75% extraiu seletivamente maiores quantidades de PI e menores quantidades de PA e PLs minoritários (Figura 1). Em contrapartida, o hexano:etanol teve menor eficiência de extração para o PI e maior para o PA e os PLs minoritários. Considerando que os maiores rendimentos de extração foram obtidos para as misturas etanol:água e

hexano:etanol e que os rendimentos de extração não foram os mesmos para alguns fosfolipídios, pode-se afirmar que nenhum dos solventes foi capaz de extrair 100% dos PLs existentes no farelo de soja desengordurado.

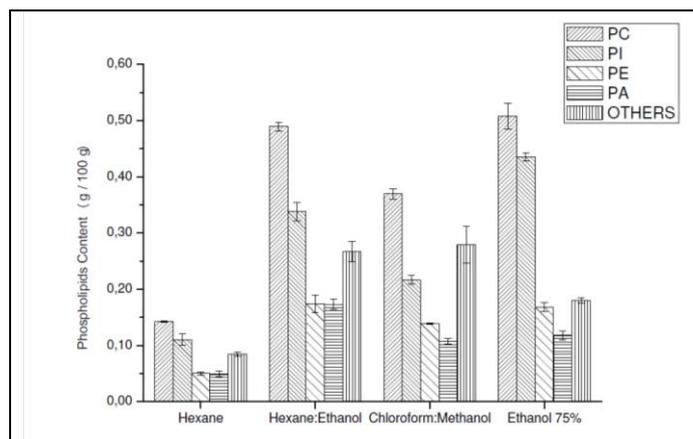


Figura 1: Perfil de fosfolipídios (PL) obtido para cada solvente testado.

Fonte: Autores, (2019).

A partir dos perfis de fosfolipídios obtidos observou-se que a mistura etanol: água extraiu em maior grau fosfolipídios mais polares, como PI, e em menor grau os menos polares, como o PA. A polaridade do fosfolipídio está diretamente associada com o seu poder emulsificante, sendo o PC, o PI e o PE os fosfolipídios de maior importância. A presença de altas concentrações de PA e dos PLs minoritários reduz a qualidade da lecitina. Com o intuito de verificar se a concentração da solução alcoólica selecionada neste estudo foi a mais adequada (75% v/v), um segundo experimento foi conduzido variando-se a concentração de etanol em solução aquosa entre 30-90% (v/v).

### III.2 INFLUÊNCIA DA PROPORÇÃO ETANOL:ÁGUA NA EFICIÊNCIA E SELETIVIDADE DA EXTRAÇÃO DE FOSFOLIPÍDIOS RESIDUAIS DO FARELO DESENGORDURADO

Como podemos observar na Figura 2, a extração dos fosfolipídios totais do farelo de soja desengordurado foi aumentando conforme o aumento da proporção de etanol no solvente, com os melhores resultados obtidos entre 70 e 80%. Pode ser observado que o rendimento aumentou com o aumento da concentração de etanol no sistema, atingindo um rendimento máximo de 1,53 g/100g na condição de 70% de etanol.

A Figura 3 mostra os rendimentos das extrações dos fosfolipídios PC, PI, PE, PA e o somatório dos demais PLs com a variação da concentração de etanol. Podemos verificar, os fosfolipídios isoladamente, que os fosfolipídios PC, PE, PA e somatório dos demais PLs apresentaram o mesmo comportamento descrito quando olhamos a soma total dos fosfolipídios (Figura 2), ou seja, atingiram o ponto máximo de extração quando o solvente apresentou uma concentração de 70%. Apenas o PI mostrou uma queda significativa quando a concentração alcoólica aumentou de 80 para 90%, o que está de acordo com a literatura disponível. De acordo com Wu and Wang [22], o PI apresenta menor solubilidade em etanol que os demais fosfolipídios.

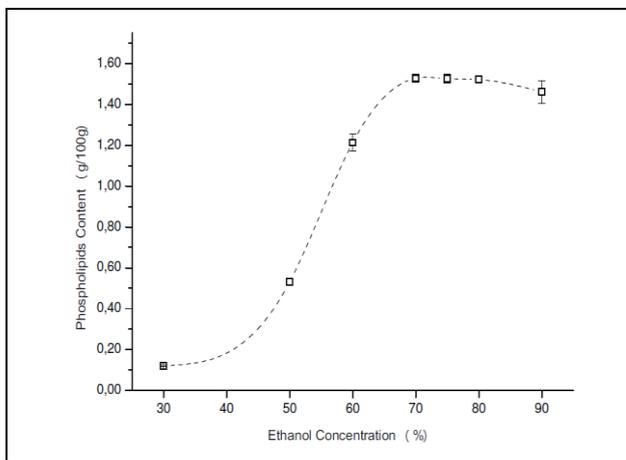


Figura 2: Rendimentos de extração de fosfolipídios do farelo desengordurado de soja em função do teor de etanol no solvente de extração.

Fonte: Autores, (2019).

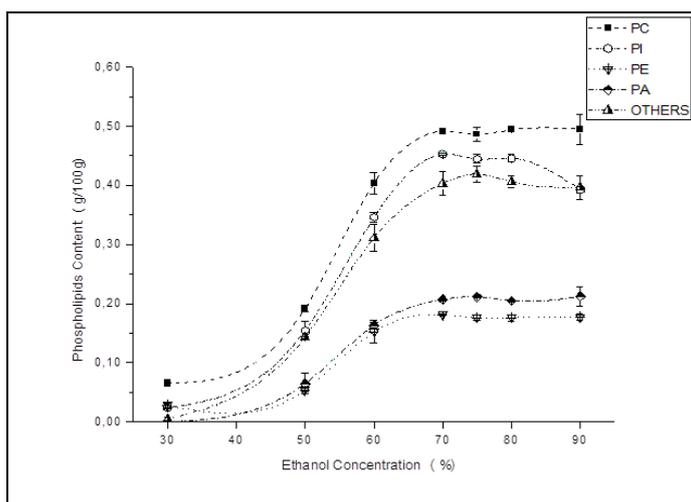


Figura 3: Variação dos rendimentos nas extrações dos principais fosfolipídios em função do teor alcoólico. Resultados expressos em fosfolipídios por farelo desengordurado seco (g/100g).

Fonte: Autores, (2019).

### III.3 ESTUDO DA SOLUBILIDADE DE LECITINA EM PÓ COMERCIAL EM DIFERENTES PROPORÇÕES DE ETANOL:ÁGUA EM DIFERENTES TEMPERATURAS

Segundo Kaparthi e Chari [23], uma abordagem racional para o projeto de um extrator eficiente para extrair óleos vegetais de materiais oleaginosos requer um conhecimento das solubilidades do óleo no solvente proposto. Os dados publicados sobre as solubilidades dos óleos em etanol são escassos. Não foram encontrados trabalhos na literatura a respeito da solubilidade das lecitinas.

Por natureza lipídica, fosfolipídios não são solúveis em água, mas formam emulsões estáveis. A ocorrência deste fenômeno pode ser observada através da turbidez obtida nos ensaios com teor alcoólico inferior a 20% (v/v). A partir de 30% de etanol observou-se a presença de uma pequena quantidade de precipitado sólido durante a centrifugação, mas o sobrenadante ainda se mostrava turvo. A partir de 50% pode-se verificar a presença de grande quantidade de material precipitado, com o sobrenadante se mostrando límpido, podendo-se afirmar que o material quantificado na fase líquida era realmente lecitina dissolvida. Nesta condição apenas 0,41 g/L de fosfolipídios, dos

7,03 g/L adicionados, foram encontrados em solução. A partir desse ponto, a solubilidade aumentou linearmente com a concentração de etanol na solução até atingir a máxima solubilidade em 90% de etanol - 4,93 g/L. Em solução de etanol anidro a solubilidade sofreu um decréscimo para 4,14 g/L.

Outra observação importante foi que a 50% de etanol pode-se precipitar 94,28% (m/m) dos fosfolipídios presentes. Esse fenômeno pode ser utilizado como estratégia para futura recuperação da lecitina extraída

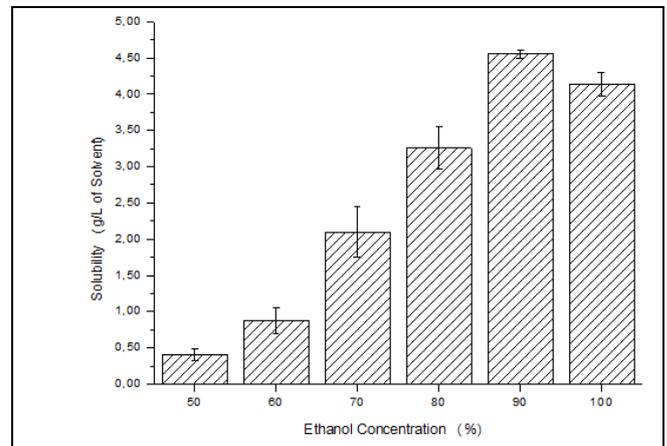


Figura 4: Solubilidade dos fosfolipídios totais presentes na lecitina em pó em função da concentração alcoólica. Resultados expressos em gramas de fosfolipídios totais por litro de solvente.

Fonte: Autores, (2019).

A Figura 5 mostra o perfil de solubilidade dos fosfolipídios individualmente. Nota-se que todos se comportam de maneira semelhante, sendo a fosfatidilcolina (PC) a mais influenciada pelas alterações do teor alcoólico. Todos os fosfolipídios aumentaram a solubilidade com o aumento da concentração alcoólica, atingindo a solubilidade máxima em 90%.

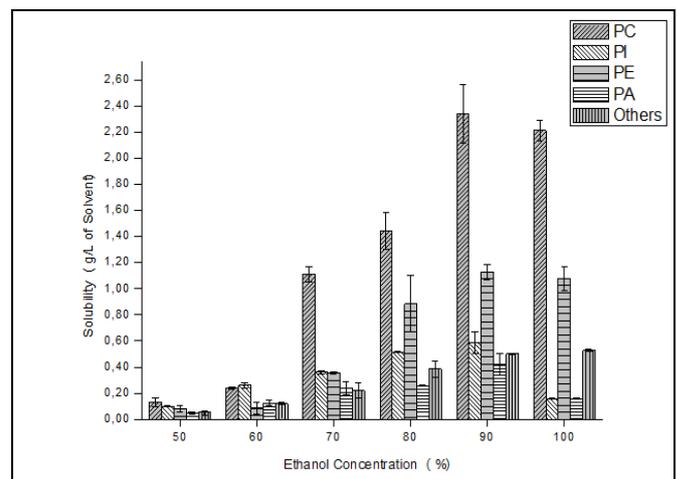


Figura 5: Perfil de solubilidade dos principais fosfolipídios em função do teor alcoólico.

Fonte: Autores, (2019).

Em etanol anidro (99,3%) apenas as solubilidades do PI e do PA mostraram reduções significativas. De acordo com Wu e Wang (2003), PC é muito solúvel em etanol, enquanto que a solubilidade de PI é significativamente menor em solução etanólica. O PC em etanol 90% e anidro foi totalmente solubilizado, ou seja, as 2,22 g/L adicionadas foram dissolvidas.

A seguir, investigou-se a influência da temperatura na solubilidade dos fosfolipídios. Selecionaram-se as concentrações de 50, 75 e 90% de etanol para avaliação do perfil de solubilidade a diferentes temperaturas.

A Figura 6 indica que, conforme esperado, a solubilidade dos fosfolipídios aumenta com o aumento da temperatura para as três concentrações de etanol testadas. A solubilidade mínima observada foi de 0,499 g/L, em 50% de etanol a 25°C, e máxima de 6,225 g/L em 90% de etanol a 75°C. As concentrações de saturação do PC não foram determinadas devido a total solubilidade deste em etanol 90%.

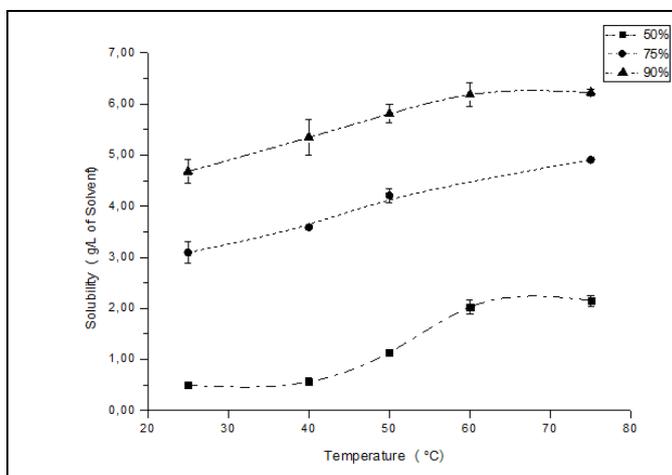


Figura 6: Solubilidades dos fosfolipídios totais em função da temperatura nas concentrações alcoólicas fixas de 50, 75 e 90%.

Fonte: Autores, (2019).

#### IV. CONCLUSÕES

Os experimentos de extração realizados neste trabalho comprovaram a existência de expressivo teor residual de fosfolipídios no farelo de soja desengordurado. Testes utilizando diferentes solventes mostraram maiores eficiências de extração com etanol 75% e com a mistura hexano:etanol, sendo que a segunda apresentou uma maior pureza do extrato. Em contrapartida, na extração com etanol 75% obteve-se um perfil de fosfolipídios mais conveniente devido à presença em maior quantidade de fosfolipídios de maior polaridade, como fosfatidilcolina, fosfatidiletanolamina e fosfatidilinositol. O estudo da influência da proporção etanol:água mostrou que o rendimento da extração de fosfolipídios aumenta, com o aumento da concentração de etanol no sistema. Os resultados mostraram que na faixa de 50 a 90% de etanol a solubilidade aumenta. A influência da temperatura na faixa de 25 a 75°C foi concomitantemente avaliada, apresentando uma relação direta entre temperatura e solubilidade. Das condições testadas, o menor valor de solubilidade encontrado foi de 0,499 g/L em etanol 50% a 25°C. A maior solubilidade foi observada foi de 6,225 g/L em 90% de etanol e 75°C. Vale lembrar que a extração não depende apenas da solubilidade, mas também com a penetração do solvente e seu poder emulsionante.

O processo de recuperação da lecitina utilizando a precipitação com etanol será estudado em trabalhos futuros utilizando o farelo desengordurado como matéria-prima.

Após a conclusão dos experimentos confirmamos a existência de uma expressiva quantidade de fosfolipídios residuais no farelo de soja, mesmo após a etapa de extração da soja com hexano. Estes fosfolipídios podem ser recuperados

através de ensaios rápidos e de baixo custo e transformados em lecitina de soja, produto de alto valor agregado para os produtos derivados de soja.

#### V. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Científico e Tecnológico em Agronegócio, a Imcopa – Importação, Exportação e Indústria de Óleos S.A., Intesco Soluções e Inovações em Agronegócio pelos serviços prestados e ao Conselho Nacional de Pesquisa, CNPq pelo apoio a essa pesquisa e sua continuidade.

#### VI. REFERÊNCIAS

- [1] L.A. Horrocks, Nomenclature and structure of phospholipides, in: Szuhaj, B.F., Lecithins: Sources, Manufacture & Uses, AOCS PRESS: Champaign, p. 1-6, 1989.
- [2] C.R. Scholfield, Occurrence, structure, composition, in: Szuhaj, B.F. List, G.R., Lecithins, AOCS PRESS: Champaign, p. 1–20, 1985.
- [3] V. Wywiol; M. Glatz; F. Müller, Impuls: Information for customers, partners and employees. Hamburg: Stern Lecithin & Soja GmbH & Co. KG. Abr., 1994. 5 p.
- [4] W.V. Nieuwenhuyzen, Lecithin production and properties. Journal of American Oil Chemists' Society, Hamburg, v. 53, p. 425-427, jun. 1976.
- [5] J.P. Cherry W.H. Kramer, Plant Sources of Lecithin, in: Szuhaj, B.F., Lecithins: Sources, Manufacture, & Uses, AOCS PRESS: Champaign, p. 16–31, 1989.
- [6] G.I. Sackheim; D.D. Lehman, Química e bioquímica para ciências biomédicas. 8.ed. São Paulo: Manole, 2001.
- [7] A.J. Leonel, Produção e caracterização de partículas lipídicas constituídas por ácidos graxos, gordura vegetal hidrogenada e lecitina na encapsulação de um composto hidrofílico de baixa massa molar. Faculdade de Engenharia de Alimentos, da Universidade Estadual de Campinas, 2008.
- [8] K.P. Vollhardt; N. E. Schore, Química orgânica. Estrutura e função. 4ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.
- [9] W.V. Nieuwenhuyzen; M.C. Tomás Update on vegetable lecithin and phospholipid technologies. European Journal of Lipid Science and Technology, Limmen, v. 110, p. 472-486, 2008.
- [10] J.L. Beare-Rogers, A. Bonekamp-Nasner; A. Dieffenbacher Determination of the phospholipid profile of lecithins by high performance liquid chromatography. Technical Report IUPAC, Pure & Appl. Chem., Vol. 64, No. 3, pp. 447-454, 1992.
- [11] L.A. Johnson, E. W Lusas. Comparison of alternative solvents for oils extraction. J. Am. Oil Chem. Soc., v. 60, n. 2, p. 229-242, 1983.

- [12] H. Rittner **Sementes oleaginosas: subprodutos e resíduos de extração**. Tecnologia matérias graxas: Extração, v. 1, p. 981-1074, 2002..
- [13] L. Montanari, P. Fantozzi, J.M. Snyder, J.W. E King, **Selective extraction of phospholipids from soybeans with supercritical carbon dioxide and ethanol**. J. Supercritical Fluids. v. 14, p. 87–93, 1999.
- [14] S.L. Melton, R.E. Moyers, E C.G. Playford, **Lipids Extracted from Soy Products by Different Procedures**. J. Am. Oil Chem. Soc., v. 56, p. 489-493, 1979.
- [15] K. Nielsen, **The Composition of the Difficultly Extractable Soybean Phosphatides**. J. Am. Oil Chem. Soc., v. 37. p. 217-219, 1960.
- [16] L.P. Hayes, R.P Simms. **Defatted soybean fractionation by solvent extraction**. U.S. 3.737.901. 22 Mai 1973.
- [17] A.A.S Brum, L.F Arruda, M.A.B.R Darce. **Métodos de extração e qualidade da fração lipídica de matérias-primas de origem vegetal e animal** Quim. Nova, Vol. 32, No. 4, 849-854, 2009
- [18] AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY – AOCS, **Official methods and recommended practices of the AOCS**, 2004. AOCS PRESS. ISBN 1-893997-48-0. United States.
- [19] E.W. Lusas, E K.C. Rhee, **Soy protein processing and utilization**. In: ERICKSON, D.R. Pratical handbook of soybean processing and utilization. St. Louis: AOCS PRESS and the United Soybean Board, 1995. P. 117-160.
- [20] A. P. Gandhi, K. C. Joshi, J. Krishna, D. C. Paribar, P. R. Srivastav, J. Kawalkar, S. K. Jain, R. N. Tripathi, **Studies on alternative solvents for the extraction of oil-I soybean** Int. J. Food Sci. Technol. 2003, 38, 369
- [21] F. Chemat, Z. H. Muhammed K. Khan F. et al. **Applications of ultrasound in food technology: processing, preservation and extraction**. Ultrasonics Sonochemistry, v.18, n.4, p.813-835, 2011.
- [22] Y. Wu, T. Wang **Soybean lecithin fractionation and functionality**. Journal of the American Oil Chemists' Society v. 80, n.4, p.319-326, 2003
- [23] R. Kaparathi, E K.S. Chari, **Solubilities of vegetable oils in aqueous ethanol and ethanol-hexane mixtures**. J. Am. Oil Chem. Soc., v. 36, n. 2, p. 77-80, 1959.



## Physical-mechanical performance of the concrete produced with fiber addition jute plant in the partial replacement of Portland cement in 0.5% and 1.0%

Bianka Caroline Cunha Firmino<sup>1</sup>, Murilo Ferreira dos Santos<sup>2</sup>, Darlei dos anjos Lavor<sup>3</sup>  
David Barbosa de Alencar<sup>4</sup>, Larissa de Sá Sousa<sup>5</sup>, Edson Andrade Ferreira<sup>6</sup>

<sup>1,3,5,6</sup>

Centro universitário do Norte (UNINORTE). Manaus-AM.

<sup>2</sup>

Instituto de Ensino Superior Blauro Cardoso de Mattos (FASERRA). Manaus-AM.

<sup>4</sup>

Instituto de Tecnologia Galileo da Amazônia (ITEGAM). Manaus – AM, Brasil.

Email: [biankakarolinne@hotmail.com](mailto:biankakarolinne@hotmail.com), [mullasantos@gmail.com](mailto:mullasantos@gmail.com), [darleilavor27@gmail.com](mailto:darleilavor27@gmail.com), [david002870@hotmail.com](mailto:david002870@hotmail.com),  
[edson.ferreira@uninorte.com.br](mailto:edson.ferreira@uninorte.com.br), [larissasousa490@gmail.com](mailto:larissasousa490@gmail.com)

### ABSTRACT

This work presents a feasibility study of the use of Jute fibers (*Corchorus capsularis*) as reinforcement in the partial replacement of Portland cement in conventional concrete with fck of 25 MPa. For this, during the study stages, numerous laboratory tests were carried out with the purpose of characterizing the materials used in this research, both for the small aggregates and for the Portland cement and the proposed fibers. The objective after the characterization of the materials was to investigate the physical and mechanical behavior of the concrete specimens molded for the analysis of rupture at 7 and 28 days of curing and water absorption, divided into three different groups, a molding being the pilot with 0.0% addition of fibers denominated as reference and another two with different percentages extracted from the consumption of total cement used in concrete test specimens under analysis, being group 2 with 0.5% and group 3 with 1, 0% fiber.

**Keywords:** Concrete, Jute Fiber, Potland Cement.

## Desempenho físico-mecânico do concreto produzido com adição de fibra vegetal de juta na substituição parcial do cimento Portland em 0,5% e 1,0%

### RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo da viabilidade de utilização das fibras de Juta (*Corchorus capsularis*) como reforço na substituição parcial do cimento Portland em concreto convencional com fck de 25 MPa. Para isso, durante as etapas do estudo, foram realizados inúmeros ensaios laboratoriais com a finalidade de caracterizar os materiais empregados nesta pesquisa, tanto para os agregados miúdo e graúdo quanto para o cimento Portland e as fibras propostas. O objetivo após a caracterização dos materiais foi investigar o comportamento físico e mecânico dos corpos de prova de concreto moldados para as análises de ruptura aos 7 e 28 dias de cura e de absorção de água, divididos em três grupos diferentes, uma moldagem sendo o piloto com 0,0% de adição das fibras denominado como referência e outros dois com diferentes porcentagens extraídas do consumo de cimento total utilizado nos corpos de prova de concreto em análise, sendo o grupo 2 com 0,5% e o grupo 3 com 1,0% de fibra.

**Palavra-chave:** Concreto, Fibra de Juta, Cimento Potland.

**Received:** January 13<sup>th</sup>, 2018

**Accepted:** February 14<sup>th</sup>, 2018

**Published:** March 31<sup>th</sup>, 2018

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM). This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



## I. INTRODUÇÃO

Adaptar materiais recicláveis na construção civil tornou-se um pré-requisito sobre sustentabilidade e

economia. É imprescindível não notar em um canteiro de obra a coleta seletiva dos materiais descartados dos quais são classificados como Resíduos da Construção Civil (RCC). Pensando na escassez de matérias primas, inúmeras pesquisas foram desenvolvidas com os RCC racionando a utilização dos materiais naturais e adaptando os RCC, tais quais em concretos, solos e/ ou asfaltos. Com vista nessas possibilidades, surgiram materiais novos adaptados a partir desses resíduos. Um grande exemplo deles são os compósitos de matrizes cimentícias.

Um material compósito é a combinação de dois ou mais materiais que têm propriedades que os materiais componentes isoladamente não apresentam. Eles são, portanto, constituídos de duas fases: a matriz e o elemento de reforço, e são desenvolvidos para aperfeiçoar os pontos fortes de cada uma das fases [1].

Os compósitos à base de cimento reforçado com fibras na produção de argamassas surgem como uma nova tecnologia a fim de se obter um ganho de produtividade e redução de custos devido as fibras conferirem um bom comportamento mecânico ao compósito [2].

A adição de fibras nas matrizes pode melhorar as suas propriedades mecânicas, como a resistência à tração, à flexão e ao impacto. Além disso, altera seu comportamento após fissuração diminuindo os efeitos de uma ruptura brusca da matriz cimentícia [3].

As matrizes cimentícias são compostas de aglomerantes minerais, podendo conter agregados, que dão origem as pastas, argamassas ou concretos. As matrizes mais utilizadas são aquelas à base de cimento Portland e, em menor escala, a cal e o gesso [4].

Nos últimos anos a produção de artigos e pesquisa referente à compósitos utilizando fibras vegetais aumentou consideravelmente. Entretanto, compósitos reforçados com fibras vegetais ainda estão na dependência de alguns fatores importantes, relacionando a sua aplicação e desempenho. É importante considerar que as fibras vegetais têm composição química diferente e depende do tipo de planta, da dimensão da célula cristalina, do ângulo helicoidal que a celulose faz em relação ao eixo central, defeitos superficiais, estrutura da macrofibra vegetal, propriedades físicas e mecânicas das fibras e a interação que a fibra pode fazer com a matriz do compósito [5].

Uma pesquisa que observou a durabilidade de matrizes cimentícias com fibra de coco comparou fibras novas com fibras presentes em uma argamassa utilizada em uma parede construída 12 anos antes [4].

A produção de coco, em toneladas, no Brasil saltou de 1.300.000 no ano 2000 para quase 2.000.000 de toneladas em 2010. Esta grande e crescente quantidade de coco propicia a utilização de suas fibras para diversas finalidades [6]. Dentre elas, a incorporação (através de adição) em matrizes de cimento portland vem sendo bastante estudada, pois sua aplicação pode melhorar as propriedades mecânicas dos compósitos cimentícios [7].

As fibras naturais vegetais são uma opção como reforço de matrizes cimentícias, principalmente após a proibição dos produtos de cimento reforçados com fibras de amianto, devido à comprovação de riscos à saúde. As fibras naturais são um recurso renovável e estão disponíveis em quase todo o mundo, além do

baixo custo, quando comparada a utilização de fibras sintéticas que exigem maior consumo de energia e, portanto, um maior custo de produção [8].

A construção civil tem apresentado mudanças que contribuem significativamente para a melhoria na qualidade da cadeia produtiva, por meio de exigências contidas nas normas técnicas, redução do desperdício em canteiros de obras, utilização de sistemas industrializados e a formação de um sistema nacional de certificação [9].

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

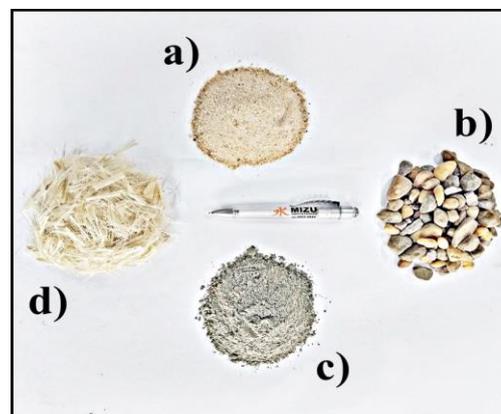


Figura 1: Materiais utilizados para a mistura do concreto estudado nesta pesquisa – a) agregado miúdo (areia fina); b) agregado graúdo (seixo rolado); c) Cimento CP IV-32; d) Fibras de Juta.

Fonte: Autores, (2018).

### 2.1 PROCESSO DE SELEÇÃO E PREPARAÇÃO DA FIBRA

A fibra utilizada para essa pesquisa foi doada por um morador do município de Manacapuru extraída da própria cidade onde é considerada uma das maiores beneficiadoras de sacos produzidos com este produto. Os materiais ainda em ramos foram secos em estufa a 70°C em um período controlado de 60 minutos, após o término da secagem optou-se por uma seleção manual do material separando resíduos e deixando apenas a parte desejada como mostra a figura 1.

Todo o processo do corte ao desmanche foi feito de forma artesanal e cuidadosa para que cada fio se aproximasse da medida adotada de 2 cm, ainda nesta etapa foram separados fio a fio e o resultado final foi um produto que se assemelhou as fibras já encontradas no mercado.



Figura 2: Fibra de Juta selecionada e cortada no tamanho de 20 mm preparada para a confecção do concreto.

Fonte: Autores, (2018).

## II.2 CIMENTO UTILIZADO

Nesta pesquisa o cimento utilizado foi o modelo CP-IV 32 Super Forte da marca MIZU. Optou-se por esse produto por ser um dos cimentos mais usados em pequenas construções e de fácil acesso na cidade de Manaus. Foram feitos vários testes para avaliar a viabilidade do material para esta pesquisa como: Determinação da massa específica segundo a NBR 16605 – Cimento Portland e outros materiais em pó; Determinação da Finura; NBR 11579 - Cimento Portland — Determinação do índice de finura por meio da peneira 75 µm (nº 200), de 2012; Determinação da pasta de consistência normal; NBR 16606 - Determinação da pasta de consistência normal, de 2017 e Determinação dos tempos de pega; NBR 16607.



Figura 3: Cimento utilizado para a confecção do concreto estudado na pesquisa.  
Fonte: Autores, (2018).

### II.3.1 NBR NM 248:2003 - AGREGADOS - DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA

A análise granulométrica elaborada tanto para o seixo quanto para a areia foi feita seguindo todas as especificações necessárias em uma sequência de oito peneiras e o fundo, como manda a NBR 248:2003, em uma média retirada de três amostras.



Figura 5: Peneiras utilizadas para o ensaio de caracterização dos agregados miúdo e graúdo.  
Fonte: Autores, (2018).

### II.3 CARACTERIZAÇÃO DOS AGREGADOS: MIÚDO E GRAUDO

Seguindo as premissas técnicas encontradas na NBR 7211/2005 e 7211/2009 - Agregados para concreto – Especificação. O processo e caracterização dos agregados que compõe o concreto convencional para atender as especificações do método adotado para este estudo se deu utilizando 3 normas fundamentais listadas a baixo. O seixo e a areia utilizada nesta pesquisa foram comprados em uma loja de materiais de construção na zona centro Sul da cidade de Manaus.

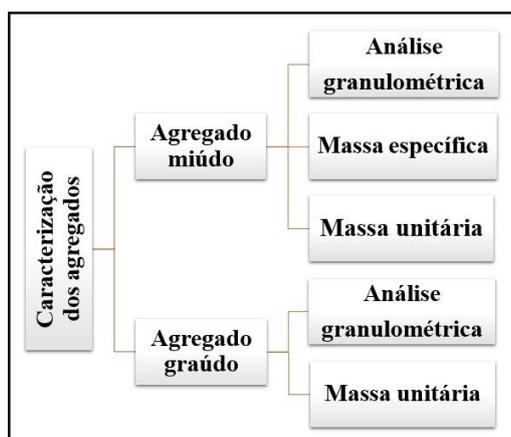


Figura 5: Fluxograma das atividades realizadas para caracterização dos agregados graúdo e miúdo.  
Fonte: Autores, (2018).

### II.3.2 NBR NM 45:2006 - AGREGADOS - DETERMINAÇÃO DA MASSA UNITÁRIA E DO VOLUME DE VAZIOS

A análise da determinação da massa unitária para os agregados miúdo e graúdo seguiram as especificações necessárias abordadas na NBR NM 45:2006. O frasco utilizado em material de inox possui 372,4 g e um volume de 1553,5 cm<sup>3</sup>. Foram feitas três análises de cada material e em seguida extraído a médias de ambos de acordo com as exigências. A figura 6 mostra um dos momentos da execução do teste de massa unitária do seixo rolado.

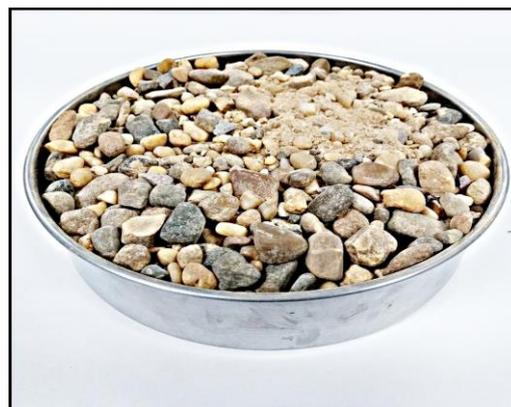


Figura 6: Recipiente utilizado para análise da massa unitária dos agregados miúdo e graúdo.  
Fonte: Autores, (2018).

## II.4 NBR NM 52:2009 - AGREGADO MIÚDO - DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA E MASSA ESPECÍFICA APARENTE

Para a execução da determinação de massa específica do agregado miúdo utilizou-se o Frasco Chapman seguindo as especificações da NBR NM 52:2009, perfazendo um total de 3 análises do material seco e por fim retirando a médias chegando no valor apresentado de 2330,0 cm<sup>3</sup>.



Figura 7: Frasco Chapman utilizado para executar o processo de determinação da massa específica do agregado miúdo.

Fonte: Autores, (2018).

## II.4 ÁGUA

A água utilizada tanto para a moldagem dos corpos de prova quanto para a cura é proveniente do abastecimento público da cidade de Manaus, MANAUS AMBIENTAL S/A.

## II.5 MISTURA, MOLDAGEM, CURA E RUPTURAS DOS CORPOS DE PROVA

O processo de mistura do concreto foi executado de forma mecânica em betoneira disponibilizada pelo Laboratório de Materiais de Construção do Centro Universitário do Norte seguido pela primeira etapa de moldagem dos corpos de prova, o desmolde dos mesmos foi feito 24 horas após a primeira etapa e colocado em cura úmida até os dias estipulados para a ruptura em 07 e 28 dias. Essas etapas seguiram as premissas técnicas estipuladas pela NBR 5738:2015 - Concreto — Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova.



Figura 8: Betoneira utilizada para a mistura rápida do concreto convencional utilizado no desenvolvimento da pesquisa.

Fonte: Autores, (2018).

## III. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para que chegássemos aos resultados mais precisos nesta etapa a dosagem de cimento e dos agregados foram estabelecidas seguindo os padrões estipulados pela Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP). A Tabela 1 mostra os resultados obtidos através das análises e caracterização dos materiais usados para a mistura do concreto, todos os materiais foram devidamente selecionados em função do peso inclusive a água.

Tabela 1: Características e informações preliminares dos materiais utilizados para a dosagem do concreto

CONCRETO	
Fck (Mpa)	25
CIMENTO	
Resistência normal aos 28 dias (MPa)	32
Massa específica (Kg/m <sup>3</sup> )	3100
AGREGADO MIÚDO	
Módulo de finura	2,51
Massa específica Areia (Kg/m <sup>3</sup> )	2630,0
Massa unitária Areia (Kg/m <sup>3</sup> )	1513,0
AGREGADO GRAÚDO	
Dimensão Máxima característica (mm)	12,5
Massa específica Seixo (Kg/m <sup>3</sup> )	1990,0
Massa unitária Seixo (Kg/m <sup>3</sup> )	1825,0

Fonte: Autores, (2018).

## III.1 CRONOGRAMA DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS ENTRE OS PROCESSOS DE MISTURA AO ROMPIMENTO

O cronograma foi cuidadosamente elaborado e seguido de acordo com as normas já citadas no item III.5 para que atingisse o máximo de excelência no resultado final das amostras, para a execução das misturas adotou-se propositalmente a diferença de um dia já que para cada dosagem dos materiais utilizados nos traços os pesos eram diferenciados, atribuindo a esta etapa a atenção dobrada na elaboração.

Tabela 2: Cronograma das etapas de mistura, moldagem, desmolde, cura e ruptura dos corpos de prova aos 07 e 28 dias.

Cronograma das atividades executadas		
TRAÇOS	DATA DE MOLDAGEM	SUBMERÇÃO
REFERÊNCIA	02/07/2018	03/07/2018
CPS - 0,5%	03/07/2018	04/07/2018
CPS - 1,0%	04/07/2018	05/07/2018
TRAÇOS	ROMPIMENTO AOS 07 DIAS	ROMPIMENTO AOS 28 DIAS
REFERÊNCIA	10/07/2018	31/07/2018
CPS - 0,5%	11/07/2018	01/08/2018
CPS - 1,0%	12/07/2018	02/08/2018

Fonte: Autores, (2018).

### III.2 PORCENTAGEM DE ABSORÇÃO DE ÁGUA POR IMERSÃO DOS CORPOS DE PROVA AOS 28 DIAS

O resultado da análise de imersão dos corpos de prova após o processo de cura úmida estará representado na Tabela 3 e Figura 9 de acordo com os resultados obtidos aos 28 dias de cura do concreto, o primeiro resultado é verificado logo após o desmolde dos corpos de prova com o auxílio de uma balança digital e o segundo é feito antes da ruptura, os dados são coletados e comparados de acordo com o traço proposto em porcentagem.

Tabela 3: Verificação da absorção de água e média de absorção do concreto aos 28 dias de cura úmida.

Absorção de água do concreto aos 28 dias				
Mistura	Massa seca (g)	Massa saturada (g)	Absorção (%)	Média (%)
REFERENCIA	3698,3	3738,6	1,09	1,07
	3718,6	3757,7	1,05	
CPS - 0,5%	3652,2	3703,9	1,42	1,33
	3612,6	3657,5	1,24	
CPS - 1,0%	3599,9	3651,7	1,44	1,41
	3588,9	3638,8	1,39	

Fonte: Autores, (2018).

Na Figura 9 é possível observar com mais clareza a diferença na média de porcentagem absorvida entre os três diferentes traços usados nesta pesquisa a Mistura REFERENCIA como já era esperado absorveu menos água que as misturas com adição e 0,5% e 1,0% do material orgânico. Mesmo com a absorção superior as demais, o traço com 1,0% ainda sim se mantém aceitável.



Figura 9: Gráfico da porcentagem média de absorção de água do concreto aos 28 dias

Fonte: Autores, (2018).

### III.3 RESISTENCIA À COMPRESSÃO AXIAL DOS CORPOS DE PROVA

Os resultados das rupturas dos corpos de prova foram obtidos obedecendo os dias estipulados para esta pesquisa primeiramente em Kgf e depois transformados em MPa, a Tabela 4 mostra o resultado dos 12 corpos de prova rompidos nesta

etapa, um par de amostras para cada dia estabelecido sendo assim dois para os 07 dias e dois para os 28 dias. O resultado é a média obtida em MPa retirada dessas amostras.

Tabela 4: Resistência média à compressão dos corpos e prova aos 07 e 28 dias do concreto endurecido

Resistência à compressão axial dos corpos de prova				
Mistura	Carga de ruptura (Kgf)		Resistência à compressão (Mpa)	
	7 dias	28 dias	7 dias	28 dias
REFERENCIA	19920,0	25110,0	25,37	31,98
	21830,0	30460,0	27,80	38,79
CPS - 0,5%	17480,0	20810,0	22,26	26,50
	16280,0	27020,0	20,73	34,40
CPS - 1,0%	12280,0	17430,0	15,64	22,20
	11910,0	22030,0	15,17	28,05
Mistura	Médias aos 07 dias (Mpa)		Médias aos 28 dias (Mpa)	
REFERENCIA	26,58		35,38	
CPS - 0,5%	21,50		30,45	
CPS - 1,0%	15,41		25,13	

Fonte: Autores, (2018).

No gráfico especificado na Figura 10 é possível observar a média obtida pela resistência mecânica dos corpos de prova aos 07 e 28 dias já em MPa a demonstração em blocos facilita a comparação das análises dispostas lado a lado classificando os três tipos de amostras e informando a carga obtida. É possível observar que aos 28 dias todos os traços estabelecidos alcançaram a resistência esperada e predeterminada de 25 MPa conforme a dosagem do concreto calculada.



Figura 10: Gráfico de ruptura dos corpos de prova em MPa aos 07 e 28 dias de cura úmida do concreto endurecido.

Fonte: Autores, (2018).

#### IV. CONCLUSÕES

Com os resultados coletados ao longo de todo processo de estudo deste trabalho observamos que a resistência final dos corpos de prova dos traços CPS – 0,5% e CPS – 1,0% mesmo que abaixo do traço REFERÊNCIA ainda sim se mantem dentro do esperado de acordo com a norma. A partir dos dados fornecidos para compor o concreto e a escolha do traço levando em consideração o método da ABCP permitiu que o resultado fosse satisfatório. Podemos observar que o resultado dos testes a compressão mostrou-se similar aos valores encontrados em trabalhos com temas parecidos utilizando fibras naturais como agregados em substituição parcial e até mesmo como reforço em matrizes cimentícias. O trabalho contribuiu como uma forma de alternativa de agregado na substituição parcial do cimento utilizado na fabricação de concretos convencionais que futuramente a mesma poderá ser utilizada em obras de pequeno porte, para este caso com 25 MPa, a fibra natural teve um ótimo comportamento no resultado da ruptura dos corpos de prova. Portanto, para futuras pesquisas e para melhor verificação do resultado da utilização viável do material usado neste trabalho seria de grande importância verificar o comportamento do teste de carbonatação no traço usado para verificar o comportamento do concreto ao longo de sua vida e a chances que o mesmo teria de ocasionar fissuras.

#### V. AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família pelo incentivo prestado ao longo dessa trajetória universitária aos orientadores por todo o apoio técnico, aos professores do Centro Universitário do Norte (UNINORTE/LAUREATE) que ajudaram para a realização deste trabalho e à coordenação do curso de engenharia civil pela disponibilidade do laboratório de Materiais de Construção.

#### VI. REFERÊNCIAS

- [1] BUDINSKL, K.G. Engineering Materials: properties and selection. Prentice Hall International, 5ed. New Jersey, 1996.
- [2] RIBEIRO, F. R.C.; RIBEIRO, J. M. S.; MOREIRA, K. M. V. Estudo de matrizes cimentícias reforçadas com fibras naturais e fibras sintéticas. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia (CONTECO), 2017. 74ª SOEA – Semana Oficial de Engenharia e de Agronomia. Belém-PA.
- [3] AGOPYAN, V; SAVASTANO JUNIOR, H. Fibras vegetais como materiais de construção. In: ISAIA, G. C. (editor) Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais. São Paulo: Ibracon, 2007. 2v. 1721 p. AL ORAIMI S, SEIBI A. Mechanical characterization and impact behavior of concrete reinforced with natural fibres, Compos Struct, v. 32, p. 165-71, 1995.
- [4] SILVA, E.; MARQUES, M.; FORNARI JUNIOR, C. Aplicação de fibra de coco em matriz cimentícias. 2012. Rev. Elet. em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental – Universidade Federal de Santa Maria, UFSM/ RS. v.8. nº.8. p. 1555-1561. 2012.
- [5] FARUK, O.; BLEDZKI, A. K.; FINK, H. P.; SAIN, M. Biocomposites reinforced with natural fibers: 2000–2010, Prog Polym Sci, 2012.
- [6] IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Levantamento sistemático da produção agrícola. Rio de Janeiro; IBGE, v. 23, p. 1-80, 2010.
- [7] SAVASTANO JUNIOR, H. Materiais à base de cimento reforçados com fibra vegetal: reciclagem de resíduos para a construção de baixo custo. Tese de livre-docencia, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000.
- [8] TORGAL, F. P.; JALALI, S. Cementitious building materials reinforced with vegetable fibres: Areview. Construction and Building Materials, www. elsevier.com/locate/conbuildmat, Agosto 2010.
- [9] ABIKO, A.K.; ORNSTEIN, S.W. Inserção Urbana e Avaliação Pós - Ocupação (APO) da Habitação de Interesse Social. Coletânea Habitare. São Paulo: FAUUSP, vol. 1 2002.