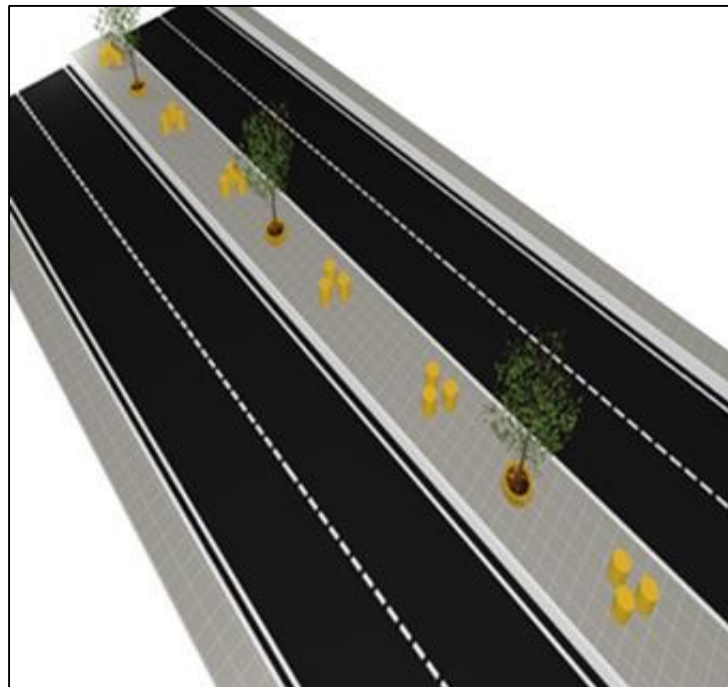




# ITEGAM - JOURNAL OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY FOR INDUSTRIAL APPLICATIONS (JETIA)

Editor-in-Chief: J.C. Leite



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





**ITEGAM**

ISSN 2447-0228 Online

Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications (JETIA)



---

O **ITEGAM-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. **ITEGAM-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 **ITEGAM-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 bimestral (março, junho, setembro, dezembro).

#### **Informações para Contato:**

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

E-mail: [itegam-jetia@itegam-jetia.org](mailto:itegam-jetia@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**, Diretor – Presidente

**Jandecy Cabral Leite**, Editor Chefe Editorial

**Paulo Francisco da Silva Ribeiro**, Assistente Editorial

**Vitor Anderson Felipe de Oliveira**, Diagramador Gráfico Editorial

**Jandecy Cabral Leite Junior**, Assistente de Tecnologia da Informação



## SUMÁRIO

|   |     |
|---|-----|
| <i>Pre-molded plates with recycled polyethylene terephthalate (PET) material for footwear in Manaus city</i>  | 04  |
| <i>Michelle Morais de Lima, Charles Brito Ribeiro, Darlei dos Anjos Lavor</i>   |     |
| <i>Ergonomic analysis at a workplace of a bicycle company using the Sue Rodgers tool</i>  | 13  |
| <i>Sirlen Monteiro da Silva, Worlen Ferreira Gimack, Jandecy Cabral Leite Junior</i>  |     |
| <i>Comparison between traffic light models for a road mesh in Manaus using SUMO</i>   | 22  |
| <i>Jhordan Oliveira de Vasconcelos Dias, Moisés Pereira Bastos, Kattylinne de Melo Barbosa</i>  |     |
| <i>Inventory control applying sales demand prevision based on fuzzy inference system</i>  | 31  |
| <i>Enyleide Lima Nogueira, Manoel Henrique Reis Nascimento</i>  |     |
| <i>New solution for resolution of the Economic Load Dispatch by different mathematical optimization methods, turning off the less efficient generators</i>  | 37  |
| <i>Manoel Henrique Reis Nascimento, Marcus Vinícius Alves Nunes, Jorge Laureano Moya Rodríguez, Jandecy Cabral Leite, Jorge Almeida Brito Junior</i>  |     |
| <i>Ergonomic approach in a painting process of a electroplating company situated in the Industrial Pole of Manaus</i>   | 47  |
| <i>Hormino Mendes Contente Neto, Jandecy Cabral Leite Junior, Worlen Ferreira Gimack</i>  |     |
| <i>NR12 adaptation of the embroidery machine in a Manaus industry</i>   | 53  |
| <i>Vilson Feleol da Mota</i>  |     |
| <i>Garbage dump in Breves's City – Marajó island: a growing problem</i>   | 59  |
| <i>José do Nascimento Cardoso, Lucineia Reis de Sousa, Maria Emília de Oliveira Higino, Gleiciane Cardoso Maciel, Gleiciane Leal Moraes Pinheiro</i>  |     |
| <i>Physiotherapeutic treatment of RSI/ WRMD related to the health of the work of the professional of a university restaurant: a case study</i>  | 65  |
| <i>Marcelo José de Oliveira Pereira, Marco Guerreiro Prado, Charles Ribeiro de Brito, Rivanildo Duarte Almeida, Worlen Ferreira Gimack</i>  |     |
| <i>The environmental perception of Law students: case study with freshmen and senior students in a private university in Manaus</i>   | 80  |
| <i>Mariane Vieira da Silva, José Heder Benatti</i>  |     |
| <i>Implementation of a sewage treatment station in the Ayapuá set in the city of Manaus</i>   | 85  |
| <i>Elen Carolina Soares Machado, Maria do Perpétuo Socorro Lamego Vasconcelos</i>   |     |
| <i>Fire Fighting System Modeling in Oil and Gas Waterway Terminal Based on Colored Petri Nets</i>   | 96  |
| <i>Luiz Henrique Carneiro Valda, Jandecy Cabral Leite, Rivanildo D. Almeida, João Paulo Apoliano Oliveira</i>   |     |
| <i>An interdisciplinary reflection on the perception of students' environmental education about Pedagogical Practices in Elementary School I of the Padre João D'Vries Municipal School in the city of Manaus</i> | 106 |
| <i>Greyce dos Santos Rodrigues, Claudio Alves Nanhum, David do Socorro Barros Brasil</i>  |     |
| <i>Analysis of discard process and recycle of glass on a drink distributor at Manaus, Amazonas</i>  | 119 |
| <i>Fabiane Amaral de Albuquerque Silva, Marcelo Oliveira Lima, Claudio Nahum Alves</i>  |     |
| <i>The company as an active subject of environmental crime: A review</i>  | 125 |
| <i>Sérgio Luiz Silva Santos, José Heder Benatti, Elcemira Maria de Oliveira</i>   |     |



## Pre-molded plates with recycled polyethylene terephthalate (PET) material for footwear in Manaus city

Michelle Morais de Lima<sup>1</sup>, Charles Brito Ribeiro<sup>2</sup>, Darlei dos Anjos Lavor<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Laureate International Universities (UNINORTE). Av. Joaquim Nabuco, 1270, Centro, Manaus – AM Brasil, CEP:69020-030.

Email: [michelli\\_@msn.com](mailto:michelli_@msn.com); [charles.brito@atresprojects.com](mailto:charles.brito@atresprojects.com); [darleilavor27@gmail.com](mailto:darleilavor27@gmail.com)

Received: August 14<sup>th</sup>, 2017

Accepted: September 25<sup>th</sup>, 2017

Published: September 30<sup>th</sup>, 2017

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

The Getulio Vargas avenue in Manaus, connects the downtown area to the other neighborhoods with the extension of 1.5 km. The study of this article aims at the reform of the central bed of the avenue for being in conditions pitiful and without maintenance since the year of 2013. The goal of this article is to plan a dosage of concrete with Polyethylene Terephthalate (PET) ground for the manufacture of pre-molded slabs for central bed Avenue, that is considered one of the most beautiful of the city. This article also presents materials and methods according to the technical standards of ABNT and ABCP, such as schedule of activities and budget for the characterization of materials in the production of concrete with crushed PET; in addition to the budget of the placement of the plates in the central bed of Avenue; and finally, a sketch of how the Avenue will be after the completion of the work..

**Keywords:** Residue, PET, Concrete, Pre-molded plate.

### Placa pré-moldada com material reciclado de politereftalato de etileno (PET) para calçadas da cidade de Manaus

#### RESUMO

A Avenida Getúlio Vargas localizada no município de Manaus, interliga o centro da cidade para outros bairros com a extensão da via de 1,5 km. O estudo deste artigo visa a reforma do canteiro central da avenida por estar em condições lastimáveis e sem manutenção desde o ano de 2013. O objetivo deste artigo é planejar uma dosagem do concreto com Politereftalato de Etileno (PET) triturado para a fabricação de placas pré-moldadas para a calçada central da avenida, que é considerada uma das mais bonitas da cidade. Este artigo também apresenta materiais e métodos aplicáveis conforme as normas técnicas da ABNT e da ABCP, tais quais: cronograma de atividades e orçamento para a caracterização dos materiais na produção do concreto com PET triturado; além do orçamento da colocação das placas no canteiro central da avenida; e por fim, um croqui de como a avenida ficará após a conclusão da obra.

**Palavras Chaves:** Resíduo, PET, Concreto, Placa pré-moldada.

#### I. INTRODUÇÃO

A procura por materiais recicláveis que sejam mais resistentes e que tenham uma vida útil mais prolongada para substituir os materiais naturais como agregados na confecção de concreto vieram revolucionar composições de dosagem para que os recursos naturais fiquem como segundo plano trazendo sustentabilidade ao empreendimento [1]. A utilização das fibras era vista como um “remédio” para todos os problemas encontrados nas estruturas de concreto, porém isso é incorreto,

pois as fibras resultam num melhor comportamento do concreto, nunca resolvendo o problema envolvido, como por exemplo, o aparecimento de fissuras. A retração é um fenômeno que ocorre principalmente pela variação de temperaturas, pode influenciar diretamente no volume do concreto logo após seu lançamento e durante toda sua vida.

A retração hidráulica e a retração plástica são fenômenos em que devido à perda de água acarretam no aparecimento de fissuras [2]. Em contrapartida à utilização das fibras, está na grande limitação de não haver um método reconhecido de

dosagem para controle de fissurações. E também, ainda não possuem métodos mundialmente reconhecidos de ensaio de controle. Sua dosagem ainda é empírica, com consumo de  $0,9\text{kg/m}^3$  (0,1% de volume).

Além da composição clássica do concreto (areia, brita ou seixo, cimento e água), hoje em dia existe um leque de opções de materiais com fibras dentro dessa composição, onde são classificados conforme a sua origem chamados de Concreto Reforçado com Fibras (CRF).

As fibras de polipropileno apresentam algumas propriedades, de acordo com o Boletim Técnico Nº 3 de 2002 - Fitesa, tais como: controle da retração do concreto, redução da reflexão em concreto projetado, concreto resistente ao fogo e o uso no controle e redução de exsudação [3]. A fibra é uma fase compósita, a outra fase é denominada matriz. As fibras atuam no reforço das matrizes devido a suas propriedades [4].

Diante de um cenário amplo dos tipos e da classificação de materiais recicláveis e da sua reutilização, a área da construção civil, apesar de ser a maior geradora de resíduos sólidos, criou em uma falange de opções da reutilização desses resíduos e suas aplicações, principalmente em artefatos de cimento como os diversos tipos de concreto, telhas, placas pré-moldadas, lajes e etc.

A ideia de um sistema construtivo no qual são empregados componentes pré-fabricados, que seriam montados na obra e ligados com grautes e/ou concreto moldado no local para formar as estruturas e fechamento da construção, de forma integrada com as instalações [5]. A definição mais evidente para concreto pré-moldado é um concreto que é moldado e curado em um local que não é o seu destino final [6].

Para ter uma perspectiva melhor desse projeto, será desenvolvido um planejamento e, por como proposta para as melhorias das calçadas da cidade de Manaus, tanto em durabilidade quanto em custos; a confecção de um concreto com o PET triturado para atender as normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). O objetivo é apresentar essa proposta para que possa ser mais durável, com baixo custo e fácil aplicação.

A avenida escolhida para esse projeto é uma das principais avenidas da cidade e considerada uma das mais bonitas. A Avenida Getúlio Vargas interliga o centro da cidade para outros bairros do município de Manaus com 1,5km de extensão da via. O estudo tem como foco o canteiro central da avenida por estar em condições lastimáveis e sem manutenção desde o ano de 2013.

## II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este artigo está fundamentado em referências teóricas que puderam proporcionar uma literatura de linguagem técnica e que contribuíram para a pesquisa e elaboração do tema.

### II.1 CIMENTO PORTLAND E SUAS CARACTERÍSTICAS

O cimento Portland é obtido pela pulverização de clínquer constituído essencialmente de silicatos hidratados de cálcio, com uma certa proporção de sulfato de cálcio natural, contendo, eventualmente, adições de certas substâncias que modificam suas propriedades ou facilitam seu emprego [7]. O cimento Portland é o material de construção de mais extenso uso no mundo [8]. O clínquer em pó tem a peculiaridade de desenvolver uma reação química em presença de água, na qual ele, primeiramente, torna-se pastoso e, em seguida, endurece, adquirindo elevada resistência e durabilidade. Essa característica adquirida pelo clínquer, que fez

dele um ligante hidráulico muito resistente, é sua propriedade mais importante. Depois de endurecido mesmo que seja novamente submetido a ação da água, o cimento Portland não se decompõe mais.

### II.2 AGREGADOS (MIÚDO E GRAÚDO).

Agregado é a denominação genérica dada aos materiais que são acrescentados ao cimento e à água para se obterem as argamassas e os concretos [9]. Também pode ser definido como material granular, de dimensões adequadas para o uso em engenharia como por exemplo base para pavimento, drenos, lastros de ferrovias, gabiões, argamassas e concreto [10].

Os agregados para concreto de cimento Portland normalmente são originários de fontes naturais não renováveis, e seu uso é extremamente elevado em todo mundo [11].

Os agregados podem ser classificados quanto à sua origem (naturais, artificiais e industrializados), quanto a sua composição mineralógica (sedimentares, ígneas e metamórficas), às dimensões de suas partículas (miúdo e graúdo) e etc. A finalidade da utilização deles pode ser técnica, para aumentar a resistência mecânica das argamassas e diminuir a retração do concreto.

Na Tabela 1, encontra-se a classificação dos agregados conforme a sua massa específica:

Tabela 1: Classificação dos agregados quanto à massa específica.

| Classificação | Massa Específica (M.E.)                    |
|---------------|--|
| Leves         | $M.E. < 1000 \text{ kg/ m}^3$              |
| Médios        | $1000 \leq M.E. \leq 2000 \text{ kg/ m}^3$ |
| Pesados       | $M.E. > 2000 \text{ kg/ m}^3$              |

Fonte: Autores, (2017).

### II.3 POLITEREFTALO DE ETILENO (PET).

Em 1946, Whinfield e Dickson descobriram o poli (tereftalato de etileno) PET, o qual apresenta alta temperatura de fusão ( $\sim 265^\circ\text{C}$ ) e alta estabilidade hidrolítica devido à presença de anéis aromáticos na cadeia principal [12]. Atualmente, o PET é um dos termoplásticos mais produzidos no mundo, alcançando no final da década de 90 uma produção mundial em torno de  $2,4 \times 10^{10}$  kg. No Brasil, a principal aplicação do PET é na indústria de embalagens (71%) [13]. Sua aplicação como embalagem tem gerado uma grande quantidade de rejeitos urbanos, despertando grande interesse no reaproveitamento desse material a partir de processos de reciclagem [14]. Do total de PET consumido no Brasil, somente cerca de 21% é efetivamente reciclado, apesar do PET ser um dos componentes mais presentes no lixo plástico no Brasil [15].

As aplicações do PET são: fibras têxteis (67%), embalagens processadas por injeção-sopro (24%), filmes biorientados (5%) e polímeros de engenharia (4%). O sucesso deste material deve-se à sua excelente relação entre as propriedades mecânicas, térmicas e o custo de produção [16].



Figura 1: PET recém triturado.  
Fonte: Autores, (2017).

#### II.4 FIBRAS PARA CONCRETO.

Entre as adições utilizadas para melhorar certas características do concreto, as fibras tem tido papel de destaque nos últimos anos, sendo objeto de muito estudo e desenvolvimento [17]. As fibras para concreto vêm aos poucos ocupando um espaço significativo como material componentes [18].

Assim como os aditivos líquidos, tudo indica que sua utilização será obrigatória em poucos anos. As fibras são

fabricadas em diversos materiais, diâmetros e comprimentos. Porem ser usadas praticamente em qualquer tipo de concreto, inclusive combinadas, para melhor atender simultaneamente a finalidades diferentes. Assim, podemos precisar de um reforço no concreto para altas temperaturas e um aumento do módulo de deformação ao mesmo tempo. Hoje no mercado encontramos diversos tipos de fibras: polipropileno, aço, vidro, nylon, poliéster, carbono, sintética, celulose, amianto, sisal e fibras vegetais.

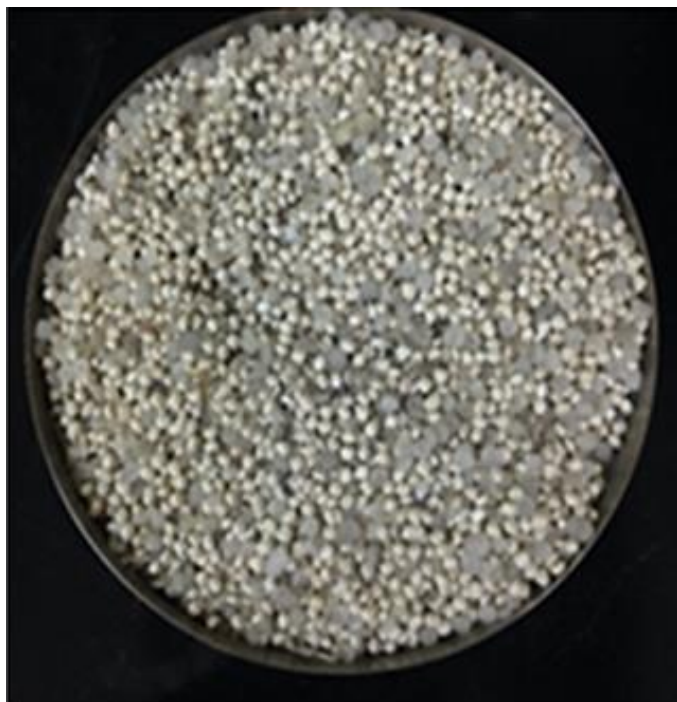


Figura 2: PET em formato de polímeros nas cores branco e translúcido.  
Fonte: Autores, (2017).

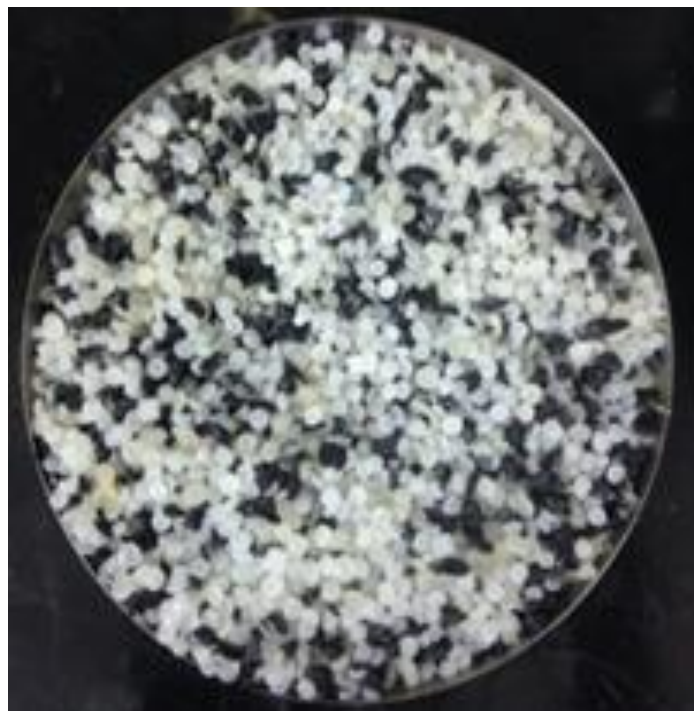


Figura 3: PET em formato de polímeros nas cores branco e translúcido e preto.  
Fonte: Autores, (2017).

### III MATERIAIS E MÉTODOS

O ensejo deste artigo cita procedimentos e métodos de ensaio sobre a caracterização dos materiais que foram utilizados de acordo com as especificações normativas ABNT, da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) e por

fim, do Instituto Brasileiro do Concreto (IBRACON), como complemento deste. O fluxograma da figura 4, faz um detalhamento, conforme os subitens 3.1, 3.2 e 3.3, de como devem ser realizadas as etapas para cada experimento a serem executados para que se obtenha um produto com qualidade, durável, leve, de fácil transporte e locomoção.



Figura 4: Fluxograma dos materiais e métodos a serem utilizados.  
Fonte: Autores, (2017).

Nos subitens a seguir, será prescrito o passo a passo dos experimentos a serem realizados para a classificação de cada material e determinar a qualidade para que possa ser aplicado. Este artigo se integra nos parâmetros de um desenvolvimento tecnológico do qual pode ser aplicado na indústria da construção como um produto altamente sustentável.

#### III.1 ETAPA CARACTERIZAÇÃO DO CIMENTO:

A qualidade do cimento é dada através da caracterização desse material de acordo com as normas técnicas dos métodos de ensaios citadas abaixo:

- NBR NM 023/ 01 – Cimento Portland e outros materiais em pó – Determinação da massa específica;
- NBR 11579/ MB 3432/ 91 – Determinação da finura por meio da peneira 75 µm (Nº 200);
- NBR NM 043/ 03 – Determinação da pasta de consistência normal do cimento;
- NBR NM 065/ 03 – Determinação do tempo de pega do cimento;
- NBR 7215/ 96 – Determinação da resistência à compressão.

#### III.2 ETAPA CARACTERIZAÇÃO DOS AGREGADOS (MIÚDO, GRAÚDO E DE PET).

A caracterização dos agregados é especificada pela norma da ABNT NBR 7211/05, do qual menciona as especificações como: o peso dos materiais para realização de cada experimento a ser executado, armazenamento, redução das amostras através do quarteamento, sequência de peneiras para a análise granulométrica, dentre outros.

- NBR NM 248/03 – Determinação da composição granulométrica.
- NBR NM 046/ 03 – Determinação do material fino que passa através da peneira de Nº 200, por lavagem.
- NBR 7251/82 – Agregado em estado solto.
- NBR 9776/87 – Agregados – Determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco de Chapman.

#### III.3 ETAPA DOSAGEM DO TRAÇO DE CONCRETO.

Para a confecção do concreto com agregado proveniente de PET triturado, adota-se o método da ABCP.

✓ NBR NM 067/ 98 – Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone.

• NBR 5738/03 – Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova.

• NBR 5739/94 – Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos de concreto.

• Confeção da placa de concreto com agregado proveniente de PET.

#### IV RESULTADOS E DISCUSSÕES.

##### IV.1 SERVIÇOS PRELIMINARES.

Os serviços preliminares são os deslocamentos de materiais, de equipamentos e de colaboradores (funcionários) para o local da obra dando-se as primeiras primícias de implantação no canteiro. A Administração no local da obra, Leis sociais mensalistas são de 49,17%.

Então, precisa ser contratado 1 vigia noturno para segurança e vigilância do patrimônio da obra e da empreiteira responsável, que deve ser isento o uso de porte de armas segundo a Lei 7.102/83 – Segurança para estabelecimentos financeiros, estabelece normas para constituição e funcionamento das empresas particulares que exploram serviços de vigilância e de transporte de valores, e dá outras providências. Também, precisa ter 1 encarregado geral de obras do qual será responsável pela execução de mão de obra indireta de acordo com a norma ABNT NBR 5671/90 – Participação dos intervenientes em serviços e obras de engenharia e arquitetura.

Para que a obra se inicie é necessário uma autorização do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA). Após esse licenciamento é colocada uma placa de identificação da obra do tipo banner com as seguintes medidas: 4,00 x 2,05m, para indicar o fornecimento e a instalação do empreendimento. Essa placa será alojada por uma empresa terceirizada contratada pela própria obra. A placa deve ser exposta, de preferência na entrada principal da obra ou voltada para uma via de acesso em um local visível que beneficie a sua melhor visualização. Nela deverá ter as seguintes informações: uso, endereço, proprietário, autor do projeto, responsável técnico e área de empreendimento. A sua área total é a multiplicação entre as medidas de 8,2m<sup>2</sup>.

O canteiro de obras deve ser de maneira a promover um fácil acesso e não deve interferir com as atividades do local. É obrigatório ter pelo menos um banheiro limpo e usual aos funcionários da obra. Para este caso, um banheiro químico, já que se trata de uma avenida bastante movimentada.

Serão retiradas manualmente com a equipe de mão de obra direta (pedreiro e servente), as placas pré-moldadas antigas com a equipe de mão de obra direta e deve ser realizado um nivelamento da superfície com agregado miúdo (areia).

A avenida tem 1500m com largura de 2,5m e deverá ter pelo menos 0,40m de profundidade. Feito a multiplicação, o resultado é de 1,500m<sup>3</sup>.

Os resíduos de demolição que não possuem condições de reaproveitamento, popularmente chamados de entulhos, serão removidos do local da obra e conduzidos a um local específico que não agrida o meio ambiente.

Para a colocação e/ ou nivelamento da superfície com areia serão necessários 562,5m<sup>3</sup> de areia. Esse resultado foi encontrado através da multiplicação da extensão da avenida (1.500m), com a largura da mesma (2,5m), para uma camada de areia com 0,15m de espessura.

##### IV.2 QUANTIDADE DE PLACAS PRÉ-MOLDADAS.

Uma placa pré-moldada com PET triturado tem uma área de 0,8m<sup>2</sup>, sendo que suas respectivas medidas são: 0,40 x 0,40 x 0,10; como mostra a Figura 5:

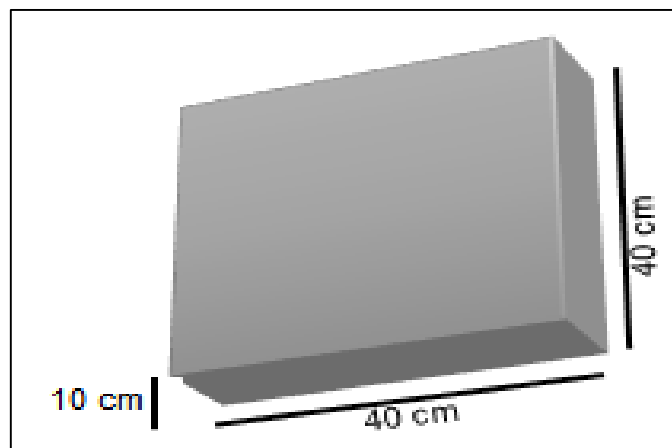


Figura 5: Medidas da placa de concreto com o agregado de PET triturado.

Fonte: Autores, (2017).

Para a implantação das placas pré-moldadas no canteiro central da Av. Getúlio Vargas, serão divididas entre as seguintes avenidas e ruas conforme sua extensão: Av. Tarumã com a Rua Dr. Machado - 140m; Rua Dr. Machado com Av. Leonardo Malcher - 150m; Av. Leonardo Malcher com Av. Ramos Ferreira - 270m; Av. Ramos Ferreira com a Rua 10 de Julho - 210m; Rua 10 de Julho com a Rua 24 de Maio - 180m; Rua 24 de Maio com a Rua Huascar de Figueiredo - 110m; Rua Huascar de Figueiredo com a Rua Lauro Cavalcante - 150m e Rua Lauro Cavalcante com a Av. Sete de Setembro - 95m. A Tabela 2, abaixo, demonstra como será realizado esse esquema.

Tabela 2: Localização e quantidade de placas.

| AVENIDA GETÚLIO VARGAS                               |               |                |
|--|---------------|----------------|
| Localização  | Distância (m) | Placas (unid.) |
| Av. Tarumã com a Rua Dr. Machado                     | 140           | 112            |
| Rua Dr. Machado com Av. Leonardo Malcher             | 150           | 120            |
| Av. Leonardo Malcher com Av. Ramos Ferreira          | 270           | 216            |
| Av. Ramos Ferreira com a Rua 10 de                   | 210           | 168            |
| Rua 10 de Julho com a Rua 24 de Maio                 | 180           | 144            |
| Rua 24 de Maio com a Rua Huascar de Figueiredo       | 110           | 88             |
| Rua Huascar de Figueiredo com a Rua Lauro Cavalcante | 150           | 120            |
| Rua Lauro Cavalcante com a Av. Sete de Setembro      | 95            | 76             |
| <b>Total</b>   | <b>1305</b>   | <b>1044</b>    |

Fonte: Autores, (2017).

##### IV.3 LIXEIRAS DE COLETA SELETIVA.

Para melhor preservação do ambiente, serão alojadas 2 lixeiras com 50l, suporte e adesivo de identificação das lixeiras de coleta seletiva para plástico e papel (1 unidade para cada resíduo), conforme as especificações normativas da ABNT NBR 12980/93 – Coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos. A coleta seletiva é essencial em áreas urbanas e em áreas de lazer público, onde ajuda a



conscientizar a população, ajuda a preservar o meio ambiente e ainda mantém limpo o local.

Para confecção das placas pré-moldadas é necessário realizar a caracterização de cada tipo de material. Abaixo, na Tabela 3, tem um mapa de atividades e a duração para cada análise, assim como o gráfico da figura 6 da representatividade em porcentagem (%).

#### IV.4 CRONOGRAMA DE ATIVIDADES.

Tabela 3: Mapa de atividades.

| Item | Descrição das atividades                              | Duração (dias)   |           |
|------|---|--|-----------|
| 1    | Caracterização do cimento                             | Massa específica   | 1         |
|      |   | Determinação da finura                                       | 1         |
|      |   | Pasta de consistência normal                                 | 1         |
|      |   | Tempos de pega (início e fim)                                | 1         |
|      |   | Moldagem dos corpos de prova                                 | 1         |
|      |   | Cura dos corpos de prova                                     | 28        |
|      |   | Resistência a compressão                                     | 1         |
|      |   | <b>Total</b>   | <b>34</b> |
| 2    | Caracterização dos agregados (miúdo, graúdo e de PET) | Análise granulométrica do agregado miúdo                     | 1         |
|      |   | Análise granulométrica do agregado graúdo                    | 1         |
|      |   | Análise granulométrica do agregado de PET                    | 1         |
|      |   | Teor de materiais pulverulentos do agregado miúdo            | 2         |
|      |   | Teor de materiais pulverulentos do agregado graúdo           | 2         |
|      |   | Agregado em estado solto - massa unitária do agregado miúdo  | 1         |
|      |   | Agregado em estado solto - massa unitária do agregado graúdo | 1         |
|      |   | <b>Total</b>   | <b>9</b>  |
| 3    | Caracterização do agregado miúdo                      | Massa específica por meio do frasco de Chapman               | 1         |
| 4    | Dosagem do traço                                      | Consistência através do abatimento do tronco de cone         | 1         |
|      |   | Moldagem dos corpos de prova                                 | 1         |
|      |   | Cura dos corpos de prova                                     | 28        |
|      |   | Compressão dos corpos de prova                               | 1         |
|      |   | <b>Total</b>   | <b>42</b> |
| 5    | Confecção das placas                                  | -  | 1         |
|      |   | <b>Total</b>   | <b>1</b>  |
| 6    | Total geral de dias                                   | -  | 86        |

Fonte: Autores, (2017).

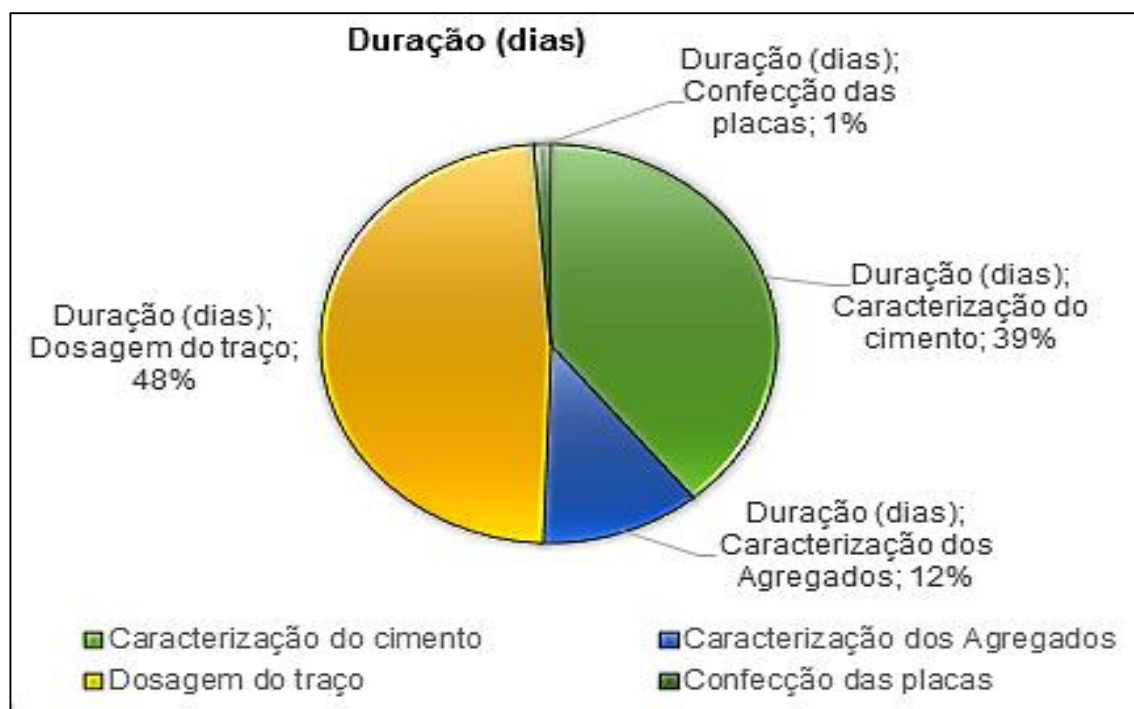


Figura 6: Gráfico do mapa de atividades.

Fonte: Autores, (2017).

## IV.5 CUSTO DE IMPLANTAÇÃO DO PROJETO

Para a composição orçamentária da confecção das placas pré-moldadas com PET triturado e sua implantação no canteiro central da Av. Getúlio Vargas em Manaus, foi solicitado orçamento de algumas empresas que atuam na área de controle tecnológico como pesquisa de campo, de acordo com as tabelas 4, 5, 6, 7 e 8. As tabelas Apara composição de todo orçamento,

incluindo-se aspectos de obra como placa de identificação, serviços de colaboradores, limpeza do local e etc., foram consultadas no Sistema de Preços Custos e Índices (SINAPI – Fev/ 2017) – Índices da Construção Civil (ICC), da Secretaria Municipal de Infraestrutura de Manaus (SEMINF) onde seu Budget Difference Income e/ou Benefício e Despesas Indiretas (BDI).

Tabela 4: Cotação para a caracterização do cimento.

| Item  | Subitem | Atividade                 | Discriminação                       | Tabela             | Código     | Unid.    | Qty. | Valor             |
|---|---------|---------------------------|-------------------------------------|--------------------|------------|----------|------|-------------------|
| 1   | 1.1     | Caracterização do cimento | Massa específica                    | Pesquisa de campo  | -          | Unid.    | 1    | R\$ 90,56         |
|   | 1.2     |                           | Determinação da finura              | Pesquisa de campo  | -          | Unid.    | 1    | R\$ 22,34         |
|   | 1.3     |                           | Pasta de consistência normal        | Pesquisa de campo  | -          | Unid.    | 1    | R\$ 82,40         |
|   | 1.4     |                           | Tempo de pega (início e fim)        | Pesquisa de campo  | -          | Unid.    | 1    | R\$ 105,76        |
|   | 1.5     |                           | Moldagem e cura dos corpos de prova | Pesquisa de campo  | -          | Coletivo | 1    | R\$ 100,20        |
|   | 1.6     |                           | Resistência à compressão            | SINAPI - FEV/ 2017 | 74022/ 030 | Coletivo | 1    | R\$ 101,80        |
| <b>VALOR TOTAL DA CARACTERIZAÇÃO DO CIMENTO</b> |         |                           |                                     |                    |            |          |      | <b>R\$ 503,06</b> |

Fonte: Autores, (2017).

A importância da caracterização do cimento é para verificar a qualidade do material conforme os índices de hidratação, resíduos estranhos, resíduos de petrificação e etc.

Tabela 5: Cotação para a caracterização do agregado miúdo.

| Item  | Subitem | Atividade                 | Discriminação                                  | Tabela             | Código     | Unid. | Qty. | Valor             |
|---|---------|---------------------------|--|--------------------|------------|-------|------|-------------------|
| 2   | 2.1     | Análise do agregado miúdo | Análise granulométrica                         | SINAPI - FEV/ 2017 | -          | Unid. | 1    | R\$ 56,56         |
|   | 2.2     |                           | Teor de materiais pulverulentos                | Pesquisa de campo  | -          | Unid. | 1    | R\$ 30,55         |
|   | 2.3     |                           | Agregado em estado solto - Massa unitária      | Pesquisa de campo  | -          | Unid. | 1    | R\$ 42,45         |
|   | 2.4     |                           | Massa específica por meio do frasco de Chapman | Pesquisa de campo  | 74022/ 052 | Unid. | 1    | R\$ 72,30         |
| <b>VALOR TOTAL DA CARACTERIZAÇÃO DO CIMENTO</b> |         |                           |  |                    |            |       |      | <b>R\$ 201,86</b> |

Fonte: Autores, (2017).

Tabela 6: Cotação para a caracterização do agregado graúdo.

| Item  | Subitem | Atividade                  | Discriminação                             | Tabela             | Código     | Unid. | Qty. | Valor             |
|---|---------|----------------------------|---|--------------------|------------|-------|------|-------------------|
| 3   | 3.1     | Análise do agregado graúdo | Análise granulométrica                    | SINAPI - FEV/ 2017 | 74022/ 052 | Unid. | 1    | R\$ 56,56         |
|   | 3.2     |                            | Teor de materiais pulverulentos           | Pesquisa de campo  | -          | Unid. | 1    | R\$ 30,55         |
|   | 3.3     |                            | Agregado em estado solto - Massa unitária | Pesquisa de campo  | -          | Unid. | 1    | R\$ 42,45         |
| <b>VALOR TOTAL DA CARACTERIZAÇÃO DO CIMENTO</b> |         |                            |   |                    |            |       |      | <b>R\$ 129,56</b> |

Fonte: Autores, (2017).

Tabela 7: Cotação para a caracterização do PET como agregado.

| Item  | Subitem | Atividade      | Discriminação          | Tabela             | Código     | Unid. | Qty. | Valor            |
|---|---------|----------------|------------------------|--------------------|------------|-------|------|------------------|
| 4   | 4.1     | Análise do PET | Análise granulométrica | SINAPI - FEV/ 2017 | 74022/ 052 | Unid. | 1    | R\$ 56,56        |
| <b>VALOR TOTAL DA CARACTERIZAÇÃO DO CIMENTO</b> |         |                |                        |                    |            |       |      | <b>R\$ 56,56</b> |

Fonte: Autores, (2017).

As tabelas 5, 6 e 7, mostram o ônus disponibilizado pela tabela do SINAPI e apresentado pelos orçamentos das empresas que atuam no município de Manaus para cada análise de caracterização dos agregados miúdo, graúdo e do resíduo de PET adaptado.

Tabela 8: Composição orçamentária da caracterização dos materiais.

|   | Subitem | Atividade           | Discriminação  | Tabela             | Código     | Unid.    | Qty. | Valor             |
|---|---------|---------------------|--|--------------------|------------|----------|------|-------------------|
| 5   | 5.1     | Dosagem do concreto | Consistência através do abatimento do tronco de cone | SINAPI - FEV/ 2017 | 74022/ 058 | Unid.    | 1    | R\$ 40,25         |
|   | 5.2     |                     | Moldagem e cura dos corpos de prova                  | Pesquisa de campo  | -          | Coletivo | 1    | R\$ 100,20        |
|   | 5.3     |                     | Resistência à compressão                             | SINAPI - FEV/ 2017 | 74022/ 030 | Coletivo | 1    | R\$ 101,80        |
| <b>VALOR TOTAL DA CARACTERIZAÇÃO DO CIMENTO</b> |         |                     |  |                    |            |          |      | <b>R\$ 242,25</b> |

|   |
|---|
| <b>VALOR TOTAL DAS ANÁLISES DE CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS</b> |
|---|

|                     |
|---------------------|
| <b>R\$ 1.133,29</b> |
|---------------------|

Fonte: Autores, (2017).

A tabela 8, apresenta o custo para a realização de uma dosagem do concreto, segundo a tabela disponibilizada pelo SINAPI e pelos orçamentos solicitados das empresas que atuam dentro do município; assim como o valor total de todas as análises de caracterização dos materiais pertinentes ao concreto.

As figuras 7, 8 e 9, representam um croqui de como o canteiro central da Avenida Getúlio Vargas poderá ficar.

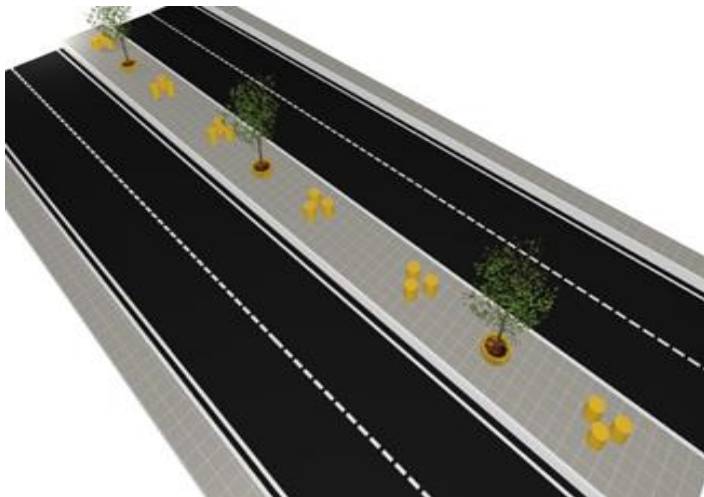


Figura 7: Canteiro central da Avenida Getúlio Vargas com as placas pré-moldadas de concreto com PET, vista em 3D.

Fonte: Autores, (2017).

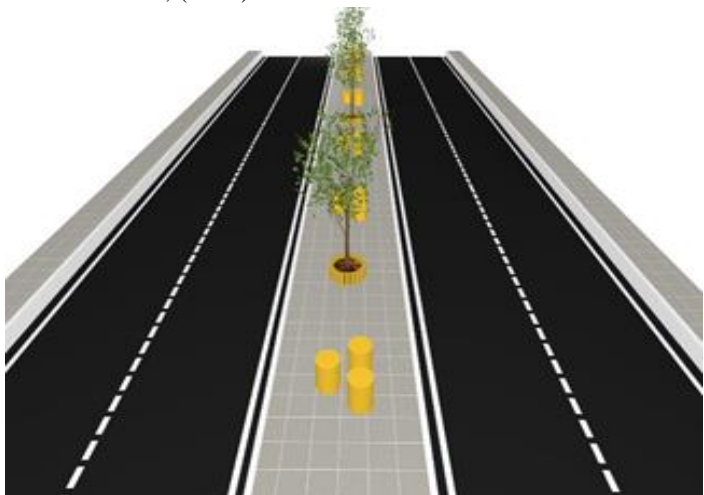


Figura 8: Canteiro central da Avenida Getúlio Vargas com as placas pré-moldadas de concreto com PET, vista longitudinal.

Fonte: Autores, (2017).

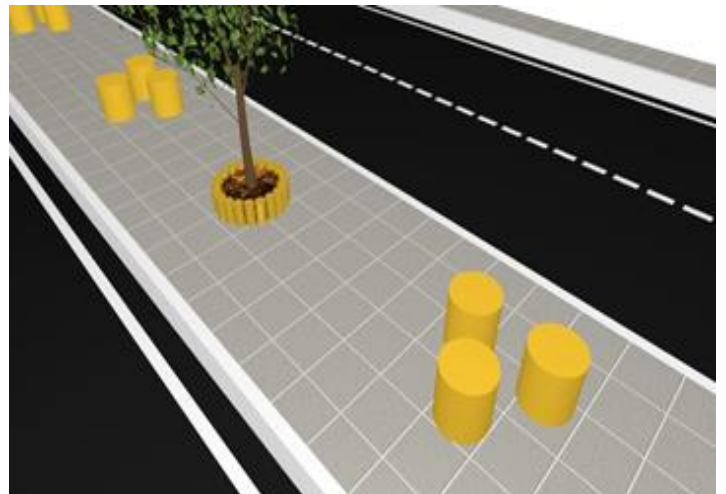


Figura 9: Canteiro central da Avenida Getúlio Vargas com as placas pré-moldadas de concreto com PET, vista em 3D.

Fonte: Autores, (2017).

## V. CONCLUSÕES

A finalidade deste artigo almeja melhorias para as calçadas da cidade de Manaus pondo como teste o canteiro central da Av. Getúlio Vargas, localizada no centro da cidade. A viabilidade econômica da implantação desta pesquisa revela um cenário altamente sustentável com a reutilização de materiais que são descartados em toneladas todos os dias, neste caso o PET. Com isso, além de trazer benefícios para o meio ambiente, também é uma fonte de inovação de um produto que pode ser comercializado para esses fins, desde que esteja de acordo com todas as análises dissertadas neste projeto e que tem como referencial teórico as normas técnicas da ABNT. Assim, este produto de inovação sustentável é apenas uma mola que impulsiona para cima dando início a vários projetos que visam não só a economia como a sustentabilidade e a inovação.

## VI REFERÊNCIAS

- [1] Arruda, Milena Dhein Frank; Valin Jr, Marcos de Oliveira. **Estudo sobre o concreto com a utilização de diferentes teores de fibras de polipropileno**. Anais do 57º Congresso Brasileiro do Concreto - CBC 2015. 1:11p. Bonito, MS.
- [2] Tanesi, J.; Figueiredo, A. D. **Fissuração por retração em Concretos Reforçados com Fibras de Polipropileno (CBFP)**.

Boletim Técnico. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1999.

[3] Fitesa. **As Influências das Fibras de Polipropileno na Exsudação do Concreto**. Boletim Técnico nº 3, 2002. Disponível em: <[www.fitesa.com.br](http://www.fitesa.com.br)>, Acesso em: 03/07/2016.

[4] Figueiredo, A. D. **Concreto com fibras de aço**. Boletim Técnico. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2000.

[5] El Debs, M. K. **Sistema construtivo com componentes pré-fabricados a base de painéis alveolares de material cimentício**. Registro de estudo feito junto ao COFEA, São Carlos, 2016.

[6] Elliott, K. S. **Precast concrete structures**, 1ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2002.

[7] Bauer, L. A. F. **Materiais de construção**. Volume 1 e Volume 2. 5. Ed. Revisada. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

[8] ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland. **Guia básico de utilização de cimento Portland**, Boletim Técnico 106. 7 ed, São Paulo, 2002.

[9] Ribeiro, C. C.; Pinto, J. D. S.; Starling, T. **Materiais de construção civil**. Minas Gerais: Editora da UFMG, 2006.

[10] Freitas Junior, J. A. **Materiais de construção (TC-031)**, Agregados. Universidade Federal do Paraná (UFPR). Curitiba, 2013.

[11] Modro, N. L. R. **Desenvolvimento e caracterização de concreto de cimento Portland contendo resíduos poliméricos de PET. 2008**. Dissertação de Mestrado (Engenharia de Processos) – Universidade da Região de Joinville, Joinville. SC, 2008.

[12] Paul, D.; Goodman, I & Kroschwitz, J. I. – **Polyesters to polypeptides synthesis – Encyclopedia of Polymer Science and Engineering**, 2. Ed., vol. 12, J.I. Kroschwitz, New York, 1985.

[13] Romão, W.; Spinacé, M. A. S.; De Paoli, M. A. **Poli(tereftalato de etileno), PET: Uma revisão sobre os processos de síntese, mecanismos de degradação e sua reciclagem**. Polímeros: ciência e tecnologia, vol. 19, nº 2, p.121-132, 2009.

[14] Ward, S.; Jones, K. M. & Marbrow, R. A. – **Recycling of polyester: An industry perspective, in: Chemical aspects of plastics recycling**. Hoyle, W. And Karsa, D. R. The royal society of chemistry, Cambridge, U.K.: 79, 1997.

[15] Disponível em:<http://www.abiplast.org.br>, acessado em Fevereiro de 2017.

[16] Macdonald, W. A. Polym. Int. 51, p.923. 2002.

[17] Aoki, J. **Fibras para concreto**. 2010. Disponível em:<<http://www.cimentoitambe.com.br/fibras-para-concreto/>>, acessado em Fevereiro de 2017.

[18] Portal do Concreto – **Concreto com adição de fibras**. Disponível em:<<http://www.portaldoconcreto.com.br/cimento/concreto/fibra.html>>, acessado em Fevereiro de 2017.



## Ergonomic analysis at a workplace of a bicycle company using the Sue Rodgers tool

Sirlen Monteiro da Silva<sup>1</sup>, Worlen Ferreira Gimack<sup>2</sup>, Jandecy Cabral Leite Junior<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Laureate International Universities – UNINORTE – Av. Djalma Batista, 2100 – N. Sr<sup>a</sup>. das Graças, Plaza Shopping – Manaus – AM.

<sup>3</sup>Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia (ITEGAM) – Av. Joaquim Nabuco, 1950, Centro – Manaus – AM

Email: [sirlenmonteiro@hotmail.com](mailto:sirlenmonteiro@hotmail.com), [worlen\\_gimack@hotmail.com](mailto:worlen_gimack@hotmail.com), [juniorcabral929@hotmail.com](mailto:juniorcabral929@hotmail.com)

Received: June 20<sup>th</sup>, 2017

Accepted: September 25<sup>th</sup>, 2017

Published: September 30<sup>th</sup>, 2017

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

Nowadays companies are investing more and more in the improvement of work methods and the ergonomic analysis becomes important in the area of work safety because it evaluates the degree of risk involved in the activities of the workers within the organizations. This article aims to perform an ergonomic analysis in a work station of a bicycle industry of the Industrial Polo of Manaus and measure the ergonomic risks that the employee is exposed. The methodology of this research is qualitative and quantitative. In relation to the objective is defined as exploratory and descriptive. In relation to means, it is described as a case study. Through photos and videos of the process it was possible to identify the main biomechanical movements performed by the collaborator. The tool used for ergonomic analysis is Sue Rodgers, who evaluates the degree of risk in the body regions of the employee. Therefore, it is concluded that the risks involved in activities are classified as low grade, with the exception of the legs that have a moderate degree of risk.

**Keywords:** Ergonomic analysis, degree of risk, Suzanne Rodgers Method.

### Análise ergonômica em um posto de trabalho de uma empresa de bicicletas utilizando a ferramenta Sue Rodgers

#### RESUMO

Atualmente as empresas estão investindo cada vez mais na melhoria de métodos de trabalho e a análise ergonômica se torna importante na área de segurança do trabalho, pois avalia o grau de risco envolvido nas atividades dos trabalhadores dentro das organizações. Este artigo tem como objetivo realizar uma análise ergonômica em uma estação de trabalho de uma indústria de bicicletas do Polo Industrial de Manaus e mensurar os riscos ergonômicos que o colaborador está exposto. A metodologia desta pesquisa é de caráter qualitativo e quantitativo. Em relação ao objetivo é definida como exploratória e descritiva. Em relação aos meios, é descrita como um estudo de caso. Através de fotos e vídeos do processo foi possível identificar os principais movimentos biomecânicos realizados pelo colaborador. A ferramenta utilizada para análise ergonômica é a Sue Rodgers, que avalia o grau de risco nas regiões corporais do colaborador. Logo, conclui-se que os riscos envolvidos nas atividades são classificados como grau baixo, com exceção das pernas que tem um grau de risco moderado.

**Palavras Chaves:** Análise ergonômica, grau de risco, Método Suzanne Rodgers.

#### I. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, tem havido um aumento substancial da incidência de doenças osteomusculares (DORTs), que estão

intimamente ligadas aos riscos dos novos processos de industrialização, cujos efeitos são muitas vezes incertos. Todos os processos produtivos de uma organização apresentam risco, e nesse contexto os trabalhadores permanecem por longos períodos

em posições estáticas nos postos de trabalho, desempenhando tarefas mecânicas e repetitivas que podem ocasionar desconfortos físicos e por fim fadiga física e mental [1].

A cultura do trabalho de uma empresa deve ser focalizada na importância do homem, cuidando de sua saúde, qualidade de vida, e capacitação. Trabalhadores valorizados e satisfeitos produzem melhor e colaboram prazerosamente com o crescimento da empresa [2]. A organização do trabalho provoca situações de trabalho que exercem pressões e são geradores de estresse, isto é, que provocam e interferem no equilíbrio psíquico e mental do trabalhador [3].

Por definição, Ergonomia é conhecida, como um conjunto de conhecimentos científicos relativos ao homem e necessários para a concepção de ferramentas, máquinas e dispositivos que possam ser utilizados com o máximo de conforto, segurança e eficácia. A prática ergonômica é uma arte que utiliza técnicas e baseia-se em conhecimentos científicos [4].

Com a evolução do trabalho, a mentalidade empresarial passa a compreender que o trabalho deverá ser não somente um meio de sobrevivência, mas também uma motivação, permitindo tanto a satisfação física como a mental. Esta mudança ajudou a enxergar o homem como peça fundamental do sistema produção, alterando conceitos e surgindo o cuidado de adequar o trabalho, o equipamento e o meio ao homem.

Para uma perfeita análise do posto de trabalho, é necessário que haja uma observação ampla e cuidadosa visando respostas para questões como: do modo em que trabalho é conduzido por seu ator (o trabalhador), a organização do layout e mobiliário disponível, a questão da repetitividade dos movimentos, como se dá a relação entre os colaboradores e destes para com a chefia, se há níveis satisfatórios de conforto sonoro, conforto térmico, se o iluminamento é eficaz para a execução da atividade, etc.

Este trabalho tem como objetivo realizar uma análise ergonômica em um posto de trabalho de uma empresa de bicicletas do Polo Industrial de Manaus utilizando a ferramenta Suzanne Rodgers para a avaliação de riscos ergonômicos.

## II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### II.1 CONCEITO DE ERGONOMIA

Palavra de origem grega, Ergon-Trabalho, Nomos-Regra, o que poderia ser traduzido com regras para o trabalho, que na prática e tido como regras para amenizar ou evitar futuras lesões causadas por esforços repetitivos executados durante uma jornada de trabalho em determinado setor.

A [5] seguindo a classificação de domínios sugeridos pela [6] define a ergonomia física como aquela que: Está relacionada com as características da anatomia humana, antropometria, fisiologia e biomecânica em sua relação com a atividade física. Os tópicos relevantes incluem o estudo da postura no trabalho, manuseio de materiais, movimentos repetitivos, distúrbios musculoesqueléticos relacionados ao trabalho, projeto de posto de trabalho, segurança e saúde. Essas características anatômicas, antropométricas, fisiológicas e biomecânicas dos trabalhadores são confrontadas com as exigências físicas do posto de trabalho que podem ter as seguintes propriedades: de manuseio de materiais, de movimentos repetitivos, exposição a posturas desconfortáveis, de realização de força, de compressão mecânica, de trabalho estático e dinâmico [7].

“Ergonomia é o estudo do relacionamento entre o homem e o seu trabalho, equipamento, ambiente, particularmente, da aplicação dos conhecimentos de anatomia e fisiologia na solução dos problemas surgidos desse relacionamento” [6].

Para [8] estabelece que a ergonomia está preocupada com os aspectos humanos do trabalho em qualquer situação onde este é realizado. “... a ergonomia estuda diversos aspectos do comportamento humano no trabalho...” [9].

A ergonomia é uma área da ciência econômica que aborda tópicos relacionados com o contexto moderno de trabalho, sobretudo na economia industrial. Dois temas cruciais no âmbito da ergonomia são a segurança no trabalho e a prevenção dos acidentes laborais, e por isso a ergonomia sugere a criação de locais adequados e de apoios ao trabalho, cria métodos laborais e sistemas de retribuição de acordo com o rendimento (valorização, estudo do trabalho). A ergonomia também determina horários de trabalho, assim como a sua nacionalização, e contempla tudo através de uma perspectiva humanitária da empresa e das relações que se estabelecem nela. Ainda há outros tipos de ergonomia como a cognitiva e a organizacional, todas em amplo desenvolvimento em muitas corporações. Em Manaus mais exatamente no Polo Industrial nos últimos 10 anos as empresas vêm se adequando as normas de ergonomia como método de prevenção de futuros custos com alguma doença ocupacional dos funcionários.

### II.2 A ORIGEM DA ERGONOMIA

Desde o começo das civilizações, o homem buscou adaptar ferramentas e utensílios de forma a facilitar o seu cotidiano. Nos primórdios, a sua confecção era artesanal e a produção em grande escala dificultava essa compatibilização de produtos ao usuário. Ao passo que a tecnologia avançava, essas adaptações tornaram-se cada vez mais necessárias, evidenciando que os fatores humanos são primordiais. Essas incompatibilidades entre o humano e o tecnológico evidenciou-se na Segunda Guerra Mundial, na qual os equipamentos militares exigiam de seus operadores decisões rápidas e execução de atividades novas em condições críticas, implicando em quantidade de novas informações, complexidade e riscos de decisões que envolviam possibilidade de erros fatais [10].

O termo ergonomia é utilizado pela primeira vez como ramo do saber específico, com objeto próprio e objetivos particulares, pelo psicólogo inglês K. F. Hywell Muffel, quando pesquisadores formaram uma sociedade para o estudo dos seres humanos em seu ambiente de trabalho – a Ergonomic Research Society – na qual o termo trabalho se aplicava a qualquer atividade humana que envolvesse grau de experiência ou esforço [11].

### II.3 A EVOLUÇÃO DA ERGONOMIA

Os primeiros estudos voltados à ergonomia e a ciência do corpo humano começou a partir do século XV com Leonardo Da Vinci que através dos seus experimentos e projetos de pintura, arquitetura e matemática também observava a ciência do corpo humano, apesar de não ter se aprofundado muito no assunto. O objetivo da curiosidade científica de Leonardo da Vinci era o homem e o seu entorno, considerando as mais amplas relações, demonstrando claramente a preocupação central dos fatores humanos. Em seus estudos e projetos, as máquinas e suas funções se ajustavam ao homem, facilitando a execução de diversas ações. Embora Leonardo se intitulasse um homem sem estudos [12] sustenta a ideia de que ele tenha sido precisamente o inventor das ciências modernas, fundamentadas num método que se baseia na experiência e na matemática. De acordo com [13], o corpo humano é o ponto de partida para o projeto de produto. Dessa forma, os estudos minuciosos de Leonardo acerca da anatomia humana, principalmente seu estudo sobre “O Homem Vitruviano”, são precursores essenciais do estudo da

antropometria e da ergonomia. A ergonomia evoluiu dos esforços do homem em adaptar ferramentas, armas e utensílios às suas necessidades e características. Porém, é a partir da Revolução Industrial, que propiciou o surgimento da fábrica e a intensificação do trabalho, que a ergonomia vai encontrar sua maior aplicação [14].

#### II.4 CONCEITO DE BIOMECÂNICA

A Biomecânica estuda os movimentos dos homens e dos animais do ponto de vista das leis mecânicas [15]. A Biomecânica é a ciência da descrição e explicação mecânica das manifestações e causas dos movimentos, tomando-se por base as condições dos organismos [16]. A biomecânica está presente em todos os movimentos do ser humano: o comprimento da passada quando se caminha a angulação dos movimentos ao se alongar; ou seja, vai desde o simples gesto de levar o garfo com comida à boca, na hora do almoço, até a disputa de uma medalha olímpica no salto com vara. Com isso, a biomecânica visa, por meio dos conceitos da física clássica, a analisar e compreender os complexos movimentos do corpo humano. O princípio da Biomecânica nas articulações deve ser conservado, sempre que possível, em posição neutra, isto significa: Menor tensão dos ligamentos e músculos. Os músculos são capazes de liberar mais força (força máxima). Num conceito técnico a Biomecânica é aplicação de princípios mecânicos no estudo dos organismos vivos. Os estudos destes princípios mecânicos permitiram que se estudassem as melhores posições para uma atividade num posto de trabalho e avaliação conforme os movimentos das possíveis lesões que o posto pode causar a um funcionário.

Por outro lado, a biomecânica estuda as interações da postura no trabalho e no homem, do ponto de vista dos movimentos envolvidos e suas consequências. Nesta perspectiva, basicamente, a questão central apoia-se nas posturas corporais no trabalho e na aplicação das forças envolvidas [17].

#### II.5 MÉTODO SUE RODGERS

O método Sue Rodgers permite identificar quais as posturas mais danosas, para cada parte do corpo, na realização do trabalho, sua frequência e carga empregada. Avalia o nível de esforço (baixo, moderado e pesado) em pescoço, ombros, tronco, braços, mãos, punhos, dedos, pernas, pés e dedos. O formato do método, facilita as avaliações de funções e ajuda na identificação de tarefas que apresentam possibilidade de risco ergonômico.

Depois de aplicar o método, se conhecerá o risco relativo ao resultado apresentado por cada um dos movimentos a ação identificada na sua lista de realização. A técnica analítica pode facilitar a identificação das modalidades mais eficazes da redução de tensões. Aplica-se melhor como meio de determinação da natureza da tensão (intensidade, duração ou frequência), assim como a determinação do grau em que se é necessário alterar a função a fim de reduzir o risco de fadiga a um nível mínimo. O relatório de análise ergonômica de funções analisa os seis grupos musculares principais: Pescoço/ombros, tronco, braços/antebraços, punhos/mãos/dedos, pernas/joelhos, e tornozelos/pés/dedos dos pés. A finalidade do relatório é qualificar a intervenção de cada um dos grupos musculares em uma tarefa, a fim de determinar a gravidade de combinar certos aspectos da tarefa. O Nível de Esforço descreve o grau de esforço necessário que a tarefa exige a cada grupo muscular:

- ✓ Esforço Leve = 1
- ✓ Esforço Moderado = 2
- ✓ Esforço Pesado = 3

Os tempos de esforço menores de 6 segundos se classificam = 1; os tempos que se mantêm durante 6 e 20 segundos se classificam = 2; os tempos que se mantêm igual ou mais de 20 segundos se classificam = 3. Podem-se medir os tempos de esforço constante mediante o uso de cronômetro e contando “mil e um, mil e dois”, etc. Basta uma contagem dentro de um segundo.

De acordo com [18], se a classificação do esforço é “pesado”, então unicamente se deve medir a duração e a frequência do esforço pesado. Se depois de um esforço breve e pesado segue um esforço moderado empregado no mesmo grupo muscular, então se deve classificar por separado os tipos de esforço. Avaliam-se em conjunto pescoço e ombros e que muitas vezes funcionam em conjunto nas posturas laborais, os dedos se classificam junto com a mãos e os pulsos, e que devem se classificar por separado, as tarefas que implicam muito movimento do punho. Aplicam-se três níveis de esforço na descrição da tensão que exercem os grupos musculares: leve, moderado e pesado. Os dados que servem de fundamento para a técnica de análise ergonômica de funções representam três níveis sendo 30%, 60% e 85% da força muscular máxima nas posturas empregadas no trabalho, respectivamente. A figura 1 mostra o Método Suzanne Rodgers.

| Grupamento Muscular Avaliado | Nível de Esforço |              | Tempo de Esforço |               | Esforço por Minuto |                 | Resultado Obtido |
|------------------------------|------------------|--------------|------------------|---------------|--------------------|-----------------|------------------|
|                              | 1 - Leve         | 2 - Moderado | 3 - Pesado       | 1 - 0 a 6 seg | 2 - 7 a 20 seg     | 3 - + de 20 seg |                  |
|                              | D                | E            | D                | E             | D                  | E               |                  |
| Pescoço                      |                  |              |                  |               |                    |                 |                  |
| Costas                       |                  |              |                  |               |                    |                 |                  |
| Ombros                       |                  |              |                  |               |                    |                 |                  |
| Braços e antebraços          |                  |              |                  |               |                    |                 |                  |
| Punhos, mãos e dedos         |                  |              |                  |               |                    |                 |                  |
| Pernas, joelhos e pés        |                  |              |                  |               |                    |                 |                  |

| GRUPO A Verde      |            |     |
|--------------------|------------|-----|
| Outras Combinações |            |     |
| GRUPO B Amarelo    |            |     |
| 123                | 231        | 222 |
| 132                | 213        | 232 |
| 213                | 312        |     |
| GRUPO C Vermelho   |            |     |
| 223                | 321        | 233 |
| 313                | 133        | 322 |
| GRUPO D Púrpura    |            |     |
| 323                | 331        | 332 |
| 333                | X4X ou XX4 |     |

Figura 1: Método Suzanne Rodgers.

Fonte: [18].

A figura 2 mostra o grau de intensidade, esforço e frequência através do Método Suzanne Rodgers.

| <b>NÍVEL DE ESFORÇO</b>                      |  |   |   |
|--|--|---|---|
|  | <i>BAIXO (0 - 30%)</i>   | <i>MODERADO (30 - 70%)</i>  | <i>PESADO (70 - 100%)</i>   |
| <b>PESCOÇO</b>                               | A cabeça gira parcialmente<br>A cabeça esta ligeiramente para frente   | A cabeça gira totalmente para o lado<br>A cabeça esta totalmente para trás<br>A cabeça está para frente aprox. 20°                      | Igual ao moderado porém com aplicação de força<br>A cabeça está flexionada acima de 20°             |
| <b>OMBROS</b>                                | Braços ligeiramente abduzidos<br>Braços estendidos com algum suporte   | Braços abduzidos sem suporte<br>Braços flexionados (nível da cabeça)  | Aplica força ou sustentando pesos com os braços separados do corpo ou ao nível da cabeça            |
| <b>TRONCO</b>                                | Inclina ligeiramente para o lado<br>Flexiona ligeiramente o tronco   | Flexiona para frente sem carga<br>Levanta carga de peso moderado próximo ao corpo<br>Trabalho próximo ao nível da cabeça                | Levantando ou aplicando força com rotação<br>Grande força com flexão do tronco                      |
| <b>BRAÇOS ANTE-BRAÇOS</b>                    | Braços ligeiramente afastados do corpo sem carga<br>Aplicação de pouca força ou levantando pequena carga próxima ao corpo (F < 1 kg) | Rotação do braço, exigindo força moderada (1 < F < 2,5 Kg)  | Aplicação de grande força com rotação<br>Levantamento de cargas com os braços estendidos (F > 2 Kg) |
| <b>MÃOS PUNHOS DEDOS</b>                     | Aplicação de pequena força em objetos próximos ao corpo<br>Punho reto, com aplicação de pouca força para agarre pequena (F < 1Kg)    | Área de agarre grande ou estreita<br>Moderado angulo do punho especialmente em flexão<br>Uso de luvas com força moderada (1 < F < 2 Kg) | Pinçamento com dedos<br>Punho angulado com força (F > 1Kg)<br>Superfície escorregadia (F > 2 Kg)    |
| <b>PERNAS JOELHOS TORNOZELOS PÉS e DEDOS</b> | Parado, caminhando sem flexionar-se<br>Peso do corpo sobre os dois pés   | Flexão para frente<br>Inclinar-se sobre a mesa de trabalho<br>Peso do corpo sobre um pé<br>Girar o corpo sem exercer força              | Exercendo grandes forças para levantamento de algum objeto<br>Agachar-se exercendo força            |

Figura 2: Interpretação do nível de esforço.

Fonte: [18].

### III. MATERIAIS E MÉTODOS

#### III.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Neste trabalho, o tipo de pesquisa utilizada é a pesquisa aplicada, pois há um interesse da empresa na aplicação de conhecimentos científicos para solução de problemas.

#### III.2 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA QUANTO À FORMA DE ABORDAGEM

Esta pesquisa é definida como quali-quantitativa, pois foram utilizados dados numéricos com objetivo de obter opiniões ou informações sobre o desempenho do posto de trabalho através da utilização de tabelas para avaliar o seu comportamento e por utilizar entrevistas e coletas de dados para análise com intuito de gerar conceito ou significado sobre o campo em estudo visando uma melhor compreensão de um problema ou uma possível melhoria do sistema.

#### III.3 TIPOLOGIA DA PESQUISA

##### III.3.1 CLASSIFICAÇÃO QUANTO AOS FINS

A classificação desta pesquisa quanto aos fins foi definida de acordo com o conhecimento técnico do autor sobre o tema abordado, o objetivo a ser alcançado e a busca de uma

resposta para a pergunta em questão. Em relação ao objetivo desta pesquisa, a mesma é classificada da seguinte forma: Exploratória e Descritiva.

##### III.3.2 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA QUANTO AOS MEIOS

Esta pesquisa é definida como um estudo de caso, pois a partir da observação direta do processo de produção da empresa, é possível coletar dados referentes ao objeto de estudo e transformá-los em informações relevantes que irão auxiliar no processo decisório da empresa em relação às condições do posto de trabalho avaliado.

#### III.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

##### III.4.1 POPULAÇÃO DA PESQUISA

Nesta pesquisa a população é definida como número de funcionários da empresa, quantidade e postos de trabalho. Para a elaboração deste estudo se fez necessário separar uma parte (amostra) dessa população para realizar uma análise mais detalhada. Neste caso, foi escolhido um para a elaboração de uma análise ergonômica com o objetivo de avaliar os riscos ergonômicos do colaborador.



### III.4.2 AMOSTRA DA POPULAÇÃO

De acordo com a definição de [19], Amostra é o “Subconjunto do universo ou da população, por meio do qual se estabelecem ou se estimam as características desse universo ou população”. A amostra desta pesquisa é uma parte de todo o sistema produtivo, ou seja, um posto de trabalho e um colaborador para a realização do estudo.

### III.5 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

#### III.5.1 ENTREVISTA

Entrevista é o “Encontro entre duas pessoas, a fim de que uma delas obtenha informações a respeito de um determinado assunto” [20]. A classificação desta entrevista é: não – estruturada, ou seja, o funcionário responde as perguntas de forma direta sem um roteiro definido. O autor do trabalho foi o responsável pela entrevista.

### III.6 MATERIAIS E MÉTODOS UTILIZADOS NA PESQUISA

#### III.6.1 ORIGEM DOS DADOS

A origem dos dados para a realização deste estudo foi levantada a partir da observação direta no processo produtivo da empresa, em específico no posto de trabalho avaliado.

#### III.6.2 FORMATO DOS DADOS

Os dados referentes ao processo de produção, objeto deste projeto de pesquisa, foram levantados pelo autor do trabalho. Os dados fundamentais para a elaboração deste projeto são classificados de forma quantitativa e qualitativa.

#### III.6.3 COLETA DE DADOS

O levantamento de dados foi realizado no período de março de 2017. Para a realização da coleta de dados, se fez necessário extrair algumas informações da empresa, especificamente no posto de trabalho estudado. Os dados referentes ao processo são: Tempo Efetivo, Produção por turno, Produção por hora, Produção por minuto, Ciclo de trabalho, Ciclo de trabalho real, Taxa de ocupação e Taxa de Repouso serviram para a elaboração de uma tabela de organização do trabalho.

### IV.3 DADOS AMBIENTAIS

Tabela 1: Dados ambientais da empresa estudada.

| Condições Ambientais          | Referência   | Valor Medido | Comentário |
|-------------------------------|--|--------------|------------|
| <b>Iluminamento</b>           | NR 17 – 17.5.2 - NBR 8995-1:2013 A partir de 300 Lux | 463 Lux      | Adequado   |
| <b>Ruído</b>                  | NR17 – 17.5.2 Até 85 dB(A)                           | 89,1 dB(A)   | Inadequado |
| <b>Temperatura</b>            | NR 15 - Anexo 3 Trabalho moderado Até 26,7°C         | 30,7°C       | Inadequado |
| <b>Umidade Relativa do Ar</b> | NR17 – 17.5.2 Acima de 40%                           | 59,8 %       | Adequado   |
| <b>Velocidade do Ar</b>       | NR17 – 17.5.2 Até 0,75 m/s                           | 3,5 m/s      | Inadequado |

Fonte: Autores, (2017).

### IV.4 DESCRIÇÃO DETALHADA DAS ATIVIDADES DO POSTO DE TRABALHO

**Nome do posto:** Soldar pernas + reforço do garfo

- ✓ Realiza o trabalho em duas máquinas de solda simultaneamente.
- ✓ Retira um reforço da caixa de montagem e posiciona no gabarito de solda.
- ✓ Retira o conjunto que contém as pernas do garfo e as posiciona no gabarito de solda, de forma a unir as partes.
- ✓ Fecha a proteção da máquina de solda.

### III.6.4 RECURSOS E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

Para a realização deste trabalho, foi necessário a utilização de um computador (Sistema Operacional Windows 7 e Office 2013), um celular, prancheta, uma calculadora, um termômetro, um medidor de luminosidade, um medidor de ruído, um medidor de umidade relativa do ar e um medidor de velocidade do ar.

### IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### IV.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA

A empresa estudada está no Pólo Industrial de Manaus desde 1975. A produção é voltada para bicicletas com alta tecnologia, além da linha fitness, formada por aparelhos de ginástica para prática indoor, *mobyettes* e patinetes. Posicionada como uma empresa contemporânea, a empresa é reconhecida como marca *top of mind* em bicicletas, tendo uma linha composta por aproximadamente 35 modelos, divididos nos segmentos: infantil, *mountain bike*, passeio e transporte.

A empresa propicia a Infra-estrutura necessária para alcançar conformidades dos requisitos dos produtos, incluindo área de trabalho, equipamentos e serviços de apoio. Assegura que o ambiente de trabalho esteja em condições necessárias para alcançar as conformidades com os requisitos dos produtos, de forma a garantir que as atividades definidas nas Instruções de trabalho possam ser efetivamente realizadas.

A empresa emprega 900 funcionários e tem em Manaus a maior fábrica de bicicletas do mundo fora do sudeste da Ásia, com a produção de mais de 700 mil unidades por ano.

#### IV.2 ESTRUTURA FÍSICA

- ✓ Galpão Industrial;
- ✓ Ventilação Natural e ventiladores;
- ✓ Construído de paredes de alvenaria;
- ✓ Ar Refrigerado (Apenas em áreas Administrativas)
- ✓ Não há Isolamento Térmico;
- ✓ Vigas de Aço;
- ✓ Coberto com telhas de Alumínio.

- ✓ Aguarda o processo de solda que ocorre automaticamente após o fechamento da proteção.
- ✓ Realiza o mesmo procedimento com a segunda máquina.
- ✓ Um trabalhador é responsável pela execução das tarefas do posto de trabalho, revezando as tarefas ao longo da jornada de trabalho com outra máquina com a mesma função, dimensões e características.
- ✓ Na postura em pé retira um reforço que está posicionado em caixa de montagem a esquerda do corpo.
- ✓ Posiciona o reforço no gabarito de solda, se deslocando cerca de 1 metro para alcançar o gabarito.

- ✓ Se deslocar novamente a caixa de montagem e retira “as pernas do garfo”.
- ✓ Posiciona “as pernas do garfo” no gabarito de solda de forma a uni-las ou aproxima-las fisicamente.
- ✓ Aciona botoeira posicionada a direita da máquina e acoplada a esta. O comando indicará o fechamento da proteção da máquina de solda.
- ✓ Enquanto a primeira máquina realiza a solda, o trabalhador se desloca até a caixa de montagem e retira o reforço que será utilizado na segunda máquina de solda.
- ✓ Posiciona o reforço no gabarito de solda da segunda máquina.
- ✓ Se deslocar novamente até a caixa de montagem e retira “as pernas do garfo” e transporta até a segunda máquina.
- ✓ Posiciona “as pernas do garfo” no gabarito de solda e trava a alavanca que prende as peças.
- ✓ Fecha manualmente a porta que protege o trabalhador da solda.

#### IV.5 MÉTODO DE TRABALHO:

O turno de trabalho é das 07:12 h às 17:00 h, pausa para refeição de 1h e pausa de 5 a 10 minutos de ginástica laboral realizada no próprio setor. Ciclo de trabalho é de 25,0 segundos para realizar o processo de solda nas duas máquinas. O trabalhador permanece neste posto de trabalho durante toda a jornada sem revezamento estabelecido.

Observa-se ritmo acelerado de trabalho durante a execução do ciclo de trabalho, entretanto, as pausas podem ser voluntárias devido a descontinuidade da produção em alguns momentos. Existe tempo para alternância de posturas e revezamentos quando necessário.

O trabalhador não possui autonomia para a realização de pausas ao longo da jornada de trabalho. A meta estipulada para este posto de trabalho é de 800 peças soldadas por turno. Em média são soldadas 2 peças por minuto, o que torna a meta viável para ser realizada por apenas um funcionário, e abre o precedente de que são possíveis pausas voluntárias e revezamento da postura ao longo da jornada de trabalho.

#### IV.6 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

- ✓ Jornada de Trabalho: 07:12 às 17:00 horas
- ✓ Ginástica laboral: 09:30 às 09:40 horas
- ✓ Tempo para refeição: 12:00 às 13:00 horas

A Tabela 2 mostra os dados coletados no processo de solda da perna do garfo.

Tabela 2: Dados do processo.

| Item                   | Valor | Classe          |
|------------------------|-------|-----------------|
| Tempo Efetivo          | 08:38 | horas           |
| Produção por turno     | 800   | unidades/turno  |
| Produção por hora      | 92,7  | unidades/hora   |
| Produção por minuto    | 1,5   | unidades/minuto |
| Ciclo de trabalho      | 40    | segundos/peças  |
| Ciclo de trabalho real | 25    | segundos/peças  |
| Taxa de ocupação       | 62,5% | %               |
| Taxa de Repouso        | 37,5  | %               |

Fonte: Autores, (2017).

#### IV.7 MENSURAÇÃO DO ESPAÇO FÍSICO DO POSTO E PESOS MANIPULADOS

Trata-se de um posto de trabalho em um setor composto por um trabalhador realizando a mesma função e tarefas. O trabalhador realiza a atividade na postura em pé com deslocamentos de até 2 metros na frente da máquina. As máquinas estão dispostas uma na frente da outra com espaço de 2 metros entre elas. Nesse espaço o trabalhador se desloca e necessita retirar as peças de montagem. A figura 3 mostra o local de trabalho.



Figura 3: Mensuração do espaço físico de trabalho.

Fonte: Autores, (2017).

O colaborador desloca-se cerca de 2 m de uma. A Altura da Cintura do colaborador cerca 1,2 m.

#### IV.7.1 REGISTRO FOTOGRÁFICO



Figura 4: Retirando as peças das caixas de montagem.

Fonte: Autores, (2017).

Deslocamentos constantes com mudança de direção e manuseio de carga baixa ao longo de toda a jornada de trabalho. Movimento biomecânico realizado: Extensão de braço.



Figura 5: Encaixando as peças no gabarito.

Fonte: Autores, (2017).



Figura 6: Fechando à alavanca que trava as peças no gabarito de solda.

Fonte: Autores, (2017).



Figura 7: Fechando manualmente a porta.

Fonte: Autores, (2017).

Observa-se que o Movimento biomecânico realizado é uma discreta flexão de cervical.

Movimento biomecânico realizado: Abdução de ombro esquerdo para fechar a alavanca no gabarito.

Movimento biomecânico realizado: Força com flexão de cotovelos para puxar a porta de uma das máquinas.

#### IV.7.2 RESULTADO DA ANÁLISE ERGONÔMICA

Tabela 3: Método Sue Rogers

| Posto de Trabalho | Atividade - Processo de soldas das pernas com reforço do garfo |  |   | RESULTADOS |                    |
|-------------------|--|--|---|------------|--------------------|
|                   | NIVEL DE ESFORÇO   | TEMPO DE ESFORÇO                                   | ESFORÇOS POR MINUTO                     | VERDE      | DEMAIS COMBINAÇÕES |
|                   | 1 = Baixo<br>2 = Moderado<br>3 = Pesado                        | 1 = 0 a 5 seg<br>2 = 6 a 20 seg<br>3 = + de 20 seg | 1 = 0 a 1<br>2 = Moderado<br>3 = Pesado |            |                    |
| PESCOÇO           | 1  | 1  | 2                                       |            |                    |
| OMBRO             | 2  | 1  | 2                                       |            |                    |
| TRONCO            | 1  | 1  | 2                                       |            |                    |
| BRAÇOS            | 2  | 1  | 2                                       |            |                    |
| PUNHOS            | 1  | 1  | 2                                       |            |                    |
| MAOS              |  |  |   |            |                    |
| DEDOS             |  |  |   |            |                    |
| PERNAS            | 2  | 1  | 3                                       |            |                    |
| PÉS               |  |  |   |            |                    |
| DEDOS             |  |  |   |            |                    |
| RESULTADO         |  |  | Risco Moderado                          |            |                    |

| RESULTADOS | 1 | 2 | 3 |
|------------|---|---|---|
| VERDE      |   |   |   |
| AMARELO    | 1 | 2 | 3 |
|            | 1 | 3 | 2 |
|            | 2 | 1 | 3 |
|            | 2 | 2 | 2 |
|            | 2 | 3 | 1 |
|            | 2 | 3 | 2 |
| VERMELHO   | 3 | 2 | 2 |
|            | 3 | 2 | 3 |
|            | 3 | 3 | 1 |
|            | 3 | 3 | 2 |
|            | 3 | 3 | 2 |
|            | 3 | 3 | 2 |

Fonte: Autores, (2017).

Na tabela 4 a ferramenta de análise demonstra que os riscos envolvidos na atividade de trabalho são:

Tabela 4: Riscos ergonômicos.

| FERRAMENTA  | RESULTADO   | REGIÃO CORPÓREA   |
|---|---|---|
| SUE RODGERS<br>(Análise de esforço para segmentos corpóreos)<br>Atividade: Processo de solda das pernas com o reforço do garfo. | Risco Baixo<br>Risco Baixo<br>Risco Baixo<br>Risco Baixo<br>Risco Baixo<br>Risco Moderado | Pescoço<br>Ombro<br>Tronco<br>Braços<br>Punhos, Mãos e dedos<br>Pernas, Pés e dedos |

Fonte: Autores, (2017).

Conforme resultado da ferramenta ergonômica aplicada e análise realizada chega-se ao seguinte laudo técnico do posto de trabalho:

✓ Risco moderado para pernas, devido aos constantes giros do corpo para alimentar com peças as duas máquinas de solda, sem possibilidade de revezamento e durante toda a jornada de trabalho.

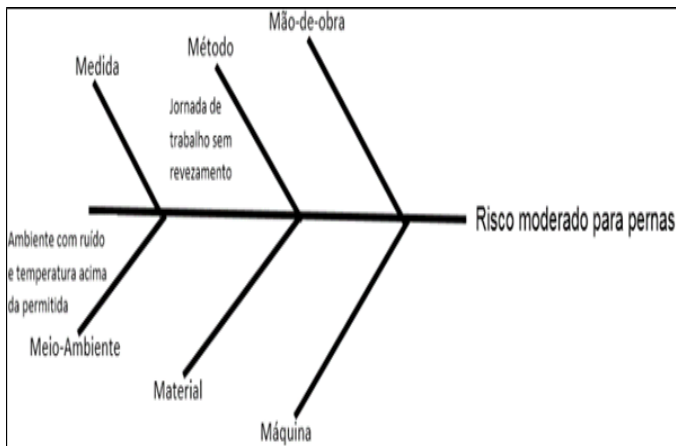


Figura 8: Diagrama de causa e efeito (Ishikawa).  
Fonte: Autores, (2017).

## V. CONCLUSÃO

O resultado da análise ergonômica no posto de trabalho solda + reforço do garfo, através da ferramenta Suzanne Rodgers,

mostra que os riscos envolvidos nas atividades são classificados como baixo, com exceção das pernas que tem o risco moderado conforme a tabela 4. Neste estudo foi encontrado algumas situações inadequadas no posto de trabalho como: o ruído que ultrapassa o limite máximo de 85 dB conforme a NR17.5.2. O nível de ruído foi de 89,1 dB, o que torna o ambiente inadequado para trabalhar, porém o colaborador utiliza o EPI (protetor auricular). A temperatura do posto foi medida em 30,7 °C, tornando o local de trabalho insalubre. A velocidade do ar está acima do recomendado pela norma NR17 – 17.5.2. Conclui-se que o posto de trabalho necessita ser melhorado com o objetivo oferecer boas condições de trabalho para o colaborador, para que o desempenho do processo seja satisfatório, diminuindo os riscos ergonômicos, doenças osteomusculares e desconforto físico e mental.

## V.1 SUGESTÕES DE MELHORIA

Segue abaixo algumas sugestões de melhorias para o posto de trabalho conforme a tabela 5.

Tabela 5: Sugestões de melhoria.

| Sugestão   | Objetivo  | Adequação a Norma NR17  |
|--|---|---|
| Verificar a possibilidade de realizar o trabalho com 2 trabalhadores.  | Não gera excesso de fadiga ao operador.                         | O contingente de operadores deve ser dimensionado às demandas da produção no sentido de não gerar sobrecarga habitual ao trabalhador (NR 17, item 5.2).   |
| Disponibilizar o fechamento automatizado e Inter travado com a solda nas duas máquinas   | Evitar possível uso/ou exigência acentuada de força             | NR17.2.2-Item a) escolhê-los de modo a favorecer os movimentos e ações próprias da função, sem exigência acentuada de força, pressão, prensão, flexão, extensão ou torção dos segmentos corporais;            |
| Incluir na instrução de trabalho o revezamento para a postura sentada a cada duas horas.   | Evitar o cansaço em uma única postura                           | NR 17.3.5. Para as atividades em que os trabalhos devam ser realizados de pé, devem ser colocados assentos para descanso em locais em que possam ser utilizados por todos os trabalhadores durante as pausas. |
| Adotar sistema de revezamento e enriquecimento da tarefa: propiciar novas atividades e de maior complexidade que se insiram no ciclo de trabalho do colaborador. Como por exemplo: realizar <i>checklist</i> diário da organização e limpeza dos postos de trabalho. | Garantir mais flexibilidade de atividades para os colaboradores | NR 17.4.1-Item e) rodízio entre os operadores de checkouts com características diferentes;  |
| Desenvolver e instituir pausas regulares no trabalho, a fim de propiciar mecanismos de compensação muscular, tanto para membros superiores quanto para membros inferiores.   | Evitar fadigas musculares                                       | NR 17.4.1 item d) d) pausas durante a jornada de trabalho.  |

Fonte: Autores, (2017).

## VI. REFERÊNCIAS

- [1] Capelari, J; Scheibig, K; Dieter, E; **LER/DORT e os Riscos a Saúde do Trabalhador**: Uma Revisão Bibliográfica 2008. Revista FisiBrasil, Ano 12 - Edição nº 96 - Agosto de 2009 - ISSN 1676-1324.
- [2] Vieira, Sebastião. **Medicina Básica do Trabalho**. São Paulo: Thomsom Pioneira, 1996.
- [3] Dejours, Christophe, et al. **Psicodinâmica do trabalho**: contribuições da escola dejouriana à análise da relação prazer, sofrimento e trabalho. Atlas, 1994.
- [4] Wisner, A. **Por dentro do trabalho**. São Paulo: Oboré, 1987.
- [5] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ERGONOMIA. **O que é ergonomia**. [s.d.]. Disponível em: Acesso em: 28 fev. 2017.
- [6] INTERNATIONAL ERGONOMICS ASSOCIATION (IEA). **What is ergonomics?** IEA, 2015. Disponível em: Acesso em: 03 mar 2017.
- [7] Attwood, D. A.; Deeb, J. M.; Danz-Reece, M. E. **Ergonomic Solutions for the Process Industries**. Elsevier Inc. 2004.

[8] Wisner, Alain. A metodologia na ergonomia: ontem e hoje. **A inteligência no trabalho: textos selecionados de ergonomia.** São Paulo: Fundacentro, p. 87-107, 1994.

[9] Iida, I. **Ergonomia: projeto e produto.** São Paulo, E. Blücher, 1993.

[10] Moraes, A.; Mont'alvão, C. **Ergonomia: conceitos e aplicações.** Rio de Janeiro: A. de Moraes, 2005.

[11] Pheasant, S. Bodyspace. **Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work.** London: Taylor & Francis, 1997.

[12] Márias, F. Leonardo da Vinci: **grandes mestres da pintura clássica.** Lisboa: Editorial, Ed. Estampa, 1997.

[13] Martins, Petrônio G e Laugeni, Fernando P. **Administração da Produção.** 2 ed. São Paulo, 2006.

[14] Taveira Filho, A. **Ergonomia participativa: uma abordagem efetiva em macroergonomia.** Produção. v.3, n.2, p.87-95, nov./1993.

[15] Hochmuth, G. **Biomecânica dos movimentos esportivos.** Ed Ruan S.A., Madrid, 1973.

[16] Willimczik, K. **Biomechanik der Sportarten.** Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag GmbH, (1989)

[17] Iida, I. **Ergonomia – produção e projeto.** Editora Edgard Blücher Ltda, São Paulo, SP, 1990.

[18] Rodgers, **Método Suzanne.** Software de Ergonomia/Fisioterapia do trabalho para avaliação dos postos de trabalho e melhoria da saúde ocupacional. 2008.

[19] Gil, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo, v. 5, n. 61, p. 16-17, 2002.

[20] Lakatos, E.M, Marconi, M.A. **Técnicas de Pesquisa.** São Paulo: Atlas, 1999.



## Comparison between traffic light models for a road mesh in Manaus using SUMO

Jhordan Oliveira de Vasconcelos Dias<sup>1</sup>, Moisés Pereira Bastos<sup>2</sup>, Kattylinne de Melo Barbosa<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>. Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Estado do Amazonas Av. Darcy Vargas, 1200, Parque 10 de Novembro. – Manaus – Amazonas – Brasil. CEP 69050-020, +55 (92) 3878-4301

Email: [jhordan.dias@gmail.com](mailto:jhordan.dias@gmail.com); [mpbastos@uea.edu.br](mailto:mpbastos@uea.edu.br); [kdbarbosa@uea.edu.br](mailto:kdbarbosa@uea.edu.br)

**Received:** June 12<sup>th</sup>, 2017

**Accepted:** September 25<sup>th</sup>, 2017

**Published:** September 30<sup>th</sup>, 2017

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

This work aims to make a comparison between types of traffic lights control for the Mario Ypiranga Monteiro avenue in Manaus using the traffic simulation software SUMO. The avenue has a very high flow of vehicles and the intervention proposed by the project aims to improve traffic in the region through the implementation of flexible traffic light progression. The road mesh was built in the simulator, with the data provided by the Municipal Institute of Traffic Engineering and Surveillance, a serie of simulations were made until finding the appropriate parameters and tabulating the performance data of the different strategies. Analyzing the simulations and tabulated data, it can be seen a significant advantage using traffic signal progression to the road mesh.

**Keywords:** traffic light control, traffic simulation, SUMO, flow of vehicles, flexible traffic light progression.

### Comparativo entre modelos de progressão semafórica para uma malha viária de Manaus utilizando SUMO

#### RESUMO

Este trabalho tem como objetivo fazer um comparativo entre tipos de controle semafórico para a Avenida Mario Ypiranga Monteiro na cidade de Manaus utilizando o software de simulação de trânsito SUMO. A avenida possui um fluxo de veículos muito elevado e a intervenção proposta pelo projeto visa melhorar o trânsito na região por meio da implantação da progressão semafórica flexível. A malha viária foi montada no simulador e com os dados fornecidos pelo Instituto Municipal de Engenharia e Fiscalização do Trânsito, foram feitas uma série de simulações até encontrar os parâmetros adequados e tabular os dados de desempenho das diferentes estratégias. Analisando tanto as simulações como os dados tabulados, pode-se perceber uma significativa vantagem do uso da progressão semafórica para essa malha viária.

**Palavras-chave:** Controle semafórico, simulação de trânsito, SUMO, fluxo de veículos, progressão semafórica flexível.

#### I. INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, com o aumento populacional e popularização do carro como meio de transporte acarretaram uma série de problemas comuns aos centros urbanos como por exemplo poluição, logística, excesso de veículos e consequentemente congestionamentos. Esses problemas vêm se intensificando, pois, a frota de veículos aumenta a cada dia enquanto que estratégias de trânsito e infraestrutura viária não sofrem grandes alterações [1].

A cidade de Manaus, capital do estado do Amazonas, não é diferente, os investimentos em infraestrutura viária não acompanham o crescimento da frota de veículos.

Um estudo realizado em 2011 pela Secretaria de Estado e Desenvolvimento Econômico (SEPLAN) revela que as perdas geradas com as contínuas retenções no tráfego da cidade

equivalem a um custo de R\$ 530 milhões/ano, considerando variáveis como o tempo gasto no congestionamento, custos de oportunidade de mão-de-obra e custos financeiros [2]. Os congestionamentos afetam também a qualidade de vida da população pois causa atraso no deslocamento das pessoas, estresse e desconforto por horas, contribui para a poluição do ar devido ao consumo excessivo de combustível, além da poluição sonora causada pela buzina dos veículos e os motores funcionando.

A eficiência do planejamento e gerenciamento do tráfego exige o uso de ferramentas computacionais que possam simular a viabilidade de medidas que provoquem impacto no trânsito, de forma adequada e consistente. Dessa forma é possível corrigir e otimizar propostas de intervenção no tráfego sem a necessidade de implementação física, o que evitaria transtornos e gastos de se implantar medidas não testadas [3].

O estudo apresentado neste trabalho faz parte de um programa denominado PAIC (Projeto de Apoio à Iniciação Científica) da UEA (Universidade do Estado do Amazonas) fomentado pela FAPEAM (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas) com o tema: Proposta de implementação de Controle Semafórico de Tempo Fixo e Atuado pelo Tráfego em Rede para a Avenida Mario Ypiranga Monteiro. O projeto possui o objetivo de desenvolver um sistema de controle semafórico centralizado de tempo fixo e atuado pelo tráfego para uma determinada malha viária de Manaus.

## II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### II.1 SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA

Segundo o Manual Brasileiro de Sinalização de Tráfego Volume V (2012) a sinalização semafórica possui o objetivo de transmitir aos usuários a informação sobre o direito de passagem em interseções e/ou seções de via onde o espaço viário é disputado por dois ou mais movimentos conflitantes, ou advertir sobre a presença de situações na via que possam comprometer a segurança dos usuários.

Existem duas estratégias de controle semafórico: isolado e em rede. No primeiro cada interseção é controlada independente das demais levando em conta somente a demanda do tráfego naquela interseção. Enquanto que no controle em rede, que também é conhecido como coordenação semafórica, é considerado o desempenho de um conjunto de cruzamentos, visando melhorar o fluxo de veículos em uma via ou em uma rede fechada [4].

A sinalização pode aumentar no número de paradas dos veículos, contribuir para a formação de filas, aumentar o tempo de percurso e reduzir a velocidade média nas vias, principalmente no caso de malhas viárias compostas por diversas interseções semaforizadas relativamente próximas umas das outras. Nessas situações o controle semafórico em rede é fundamental para garantir a fluidez do tráfego e bom funcionamento da malha viária [5].

Segundo o Manual de Semáforos do [4] existem três tipos principais de coordenação semafórica: simultâneo, alternado e progressivo. No simultâneo todos os sinais abrem e fecham no mesmo instante de tempo. Possui a desvantagem de incentivar os motoristas a aumentar a velocidade para poder passar em um número maior de cruzamentos sem parar. No alternado os semáforos adjacentes mostram indicações contrárias

de modo que se o motorista mantiver uma velocidade compatível com a via, ele não irá parar nas interseções. Esse método funciona bem apenas em vias que possuam cruzamentos equidistantes. Na progressão os tempos de verde entre os cruzamentos adjacentes são ajustados de forma a se obter uma progressão ao longo da via para uma determinada velocidade.

### II.2 PROGRESSÃO SEMAFÓRICA

Segundo [4][7-9] existem três abordagens distintas para a progressão semafórica de acordo com as condições de tráfego: 1 – A maximização da largura de banda de verde, por meio da definição da defasagem entre os semáforos consecutivos que permite que um pelotão de veículos se movimente ao longo de uma via arterial com velocidade constante ao encontrar todos os semáforos verdes, sendo conhecido como onda verde. 2 – A minimização dos atrasos e paradas, por meio da definição dos instantes de abertura de cada semáforo que impeça que os veículos reduzam a velocidade ou até parem em uma interseção semaforizada posterior. 3 – A combinação sequencial ou simultânea das outras duas abordagens, de modo a obter as vantagens de ambos. A progressão semafórica proposta nesse trabalho utiliza a abordagem três.

A onda verde é uma técnica de coordenação semafórica que visa melhorar o fluxo de veículos em uma via arterial que possui interseções semaforizadas consecutivas. Nessa técnica há a maximização da banda de passagem, onde ocorre os ajustes dos tempos de abertura de cada semáforo de forma a permitir a passagem de um pelotão por toda a via com uma certa velocidade de progressão sem parar em nenhum sinal vermelho, desse modo há a redução do tempo de viagem, evita a formação de filas ou retardando o aumento delas, redução do número de acidentes e a imprudência dos condutores [8][9].

A técnica manual de progressão flexível mais conhecida e utilizada em cidades brasileiras para coordenar semáforos é o Diagrama Espaço-Tempo. Foi desenvolvido entre as décadas de 1930 e 1940 e é utilizado um procedimento gráfico de tentativa e erro, para definir as bandas verdes e as defasagens semafóricas do sistema de progressão. Este método de coordenação permite que o engenheiro de tráfego visualize previamente a largura da banda verde disponível, além de a progressão também ser facilmente percebida pelos motoristas. No entanto, o procedimento mostra-se bastante trabalhoso para a coordenação de várias interseções, especialmente em vias de duplo sentido ou redes mais complexas [10]. Se esse método for combinado com uma boa modelagem do tráfego, para que se possa simular eficientemente o seu comportamento, é possível de obter uma excelente coordenação semafórica.

### II.3 SUMO

O SUMO (*Simulator of Urban Mobility*) é um software de simulação *free, open source*, desenvolvido em C++ pelo Instituto de Pesquisas em Transporte do Centro Aeroespacial Alemão (DLR) em parceria com Centro de Informática Aplicada de Colônia. Ele foi criado com o objetivo de ser uma plataforma para testes de novos produtos e soluções aplicada à modelagem de trânsito e tem grande aceitação na comunidade de simulação microscópica e mesoscópica de engenharia de tráfego [1].

Por ser utilizado para fins de pesquisa, o SUMO segue três princípios básicos: pouco consumo de memória, facilidade em estender a aplicação e velocidade nas simulações. A sua utilização se dá através de linhas de comando, a configuração da malha viária e de outros parâmetros de simulação utilizam essas linhas de comando. A entrada e saída de dados ocorrem diretamente por arquivos XML. O software foi dividido em várias partes, cada uma com uma função e são executadas separadamente, de modo que o usuário passe por diversas etapas até a simulação final [11]. Por esses motivos o SUMO foi o simulador escolhido para o projeto.

Para criar a malha viária que será utilizada na simulação é necessário declarar as informações em arquivos XML, e com a ferramenta NETCONVERT que acompanha o software, é gerado um outro arquivo XML que contém todas as informações necessárias para iniciar a simulação. Os arquivos são separados de acordo com as informações que possuem, neste projeto foram utilizados os seguintes arquivos:

- **Nodes:** São definidos todos os pontos e interseções que a malha viária possui, além de definir quais interseções são semaforizadas.
- **Edges:** São definidas as arestas que ligam os pontos, eles correspondem as vias em um único sentido.
- **Types:** São definidos os tipos de vias possíveis, com o número de faixas e a velocidade máxima.
- **Connection:** São definidas as conexões entre as vias que se deseja ter, pois em princípio são permitidas todas as conversões possíveis.
- **Traffic Light Logic:** São definidas as fases, duração de cada fase e defasagem de todos os semáforos que se deseja utilizar na simulação, pois já é gerada uma programação semaforica padrão.
- **Routes:** São definidos os tipos de veículos com as suas configurações, como aceleração, velocidade máxima e cor, as rotas possíveis obedecendo os sentidos das vias, além do fluxo de veículos com o número de veículos por hora.

### III. MATERIAIS E MÉTODOS

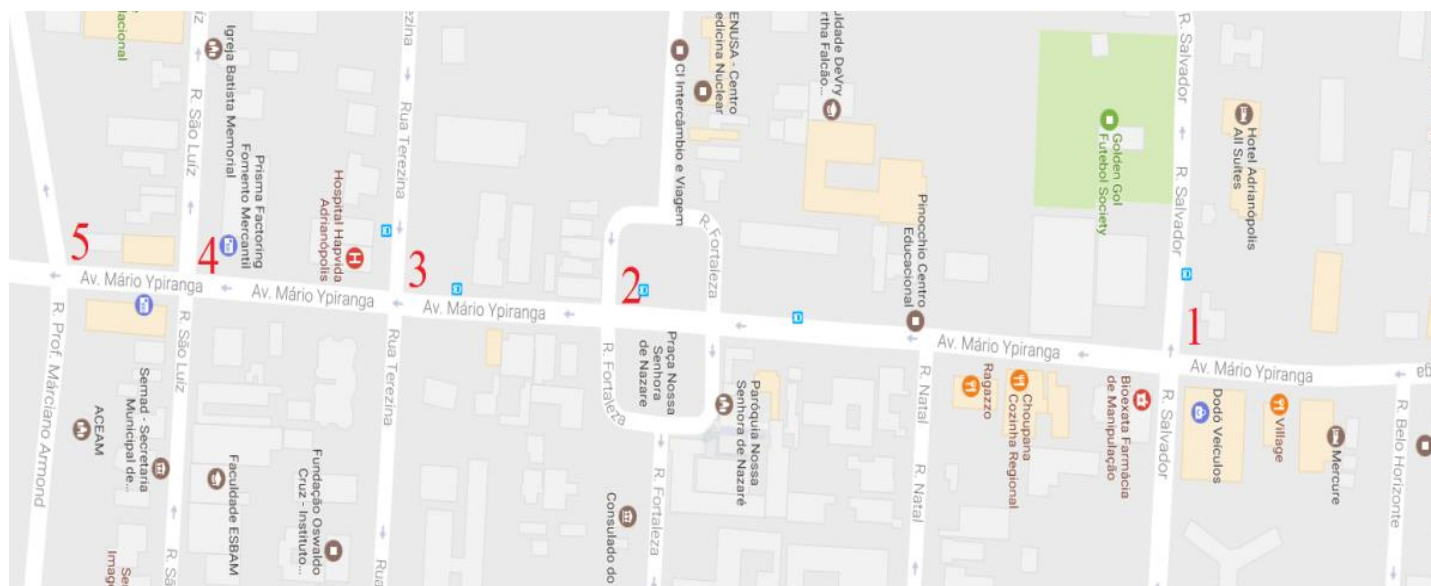


Figura 1: Cruzamentos Semaforizados da Avenida Mário Ypiranga.  
Fonte: Autores, (2017).

Para a definição do controle semaforico proposto nesse trabalho foi considerada uma malha viária que possui um grande congestionamento devido ao alto fluxo de veículos e a presença de interseções semaforizadas. Em seguida foi feito o levantamento e revisão bibliográfica sobre controle semaforico e simulação de trânsito, e com as conclusões obtidas nos estudos pôde se escolher a estratégia utilizada para a progressão semaforica. Foi montada a malha viária no software e foram feitas inúmeras simulações para avaliar o comportamento da mesma, sendo então encontrados os valores adequados para os parâmetros da progressão semaforica. Além disso para validar o controle proposto foram feitas simulações com duas variações da onda verde para a malha viária com o objetivo de comparar resultados entre elas.

#### III.1 MALHA VIÁRIA

A malha viária escolhida foi da Avenida Mário Ypiranga Monteiro, no bairro Adrianópolis, zona Centro-Sul de Manaus, devido ser uma via de grande importância para o deslocamento urbano da cidade. A Avenida possui uma extensão total de aproximadamente 5 km sendo uma das principais ligações entre as zonas Centro-Sul e Sul da cidade, passando por vários bairros até chegar a zona central. Com isso, inúmeras vias convergem o seu fluxo de veículos para a via supracitada, além de conter um dos principais *shoppings* e o maior pronto socorro da capital amazonense. O trecho de aproximadamente 1 km mostrado na figura 1 é o trecho de maior gargalo, pois possui cinco interseções semaforizadas:

1. Cruzamento da Avenida Mário Ypiranga com a Rua Salvador.
2. Cruzamento da Avenida Mário Ypiranga com a Rua Fortaleza.
3. Cruzamento da Avenida Mário Ypiranga com a Rua Terezinha.
4. Cruzamento da Avenida Mário Ypiranga com a Rua São Luiz.
5. Cruzamento da Avenida Mário Ypiranga com a Rua Professor Marciano Armond.



Para realizar o controle semafórico da malha viária é necessário conhecer seu comportamento e funcionamento atual. Foram então solicitados os dados do fluxo de veículos dos cruzamentos do trecho em estudo ao Instituto Municipal de Engenharia e Fiscalização do Trânsito (Manaustrans) que forneceu os dados dos cruzamentos 1 e 5, coletados em 2013 e 2015, respectivamente. Foi feito então o cálculo para estimar o fluxo de veículos para o ano de 2017 e os valores foram inseridos no arquivo *Routes* do SUMO. As figuras 2 e 3 mostram o diagrama de movimentos e estágios dos cruzamentos 1 e 5, respectivamente, e a tabela 1 e 2 mostra o fluxo de veículo estimado para cada movimento dos cruzamentos 1 e 5, respectivamente.

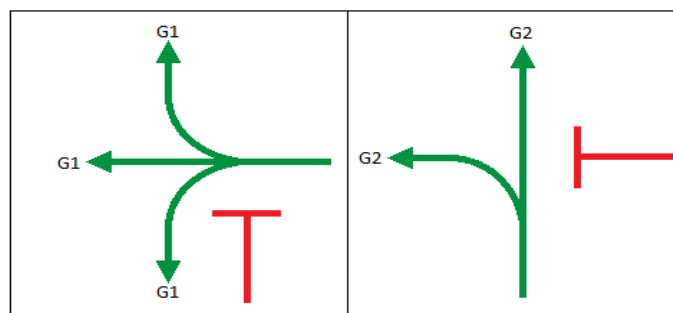
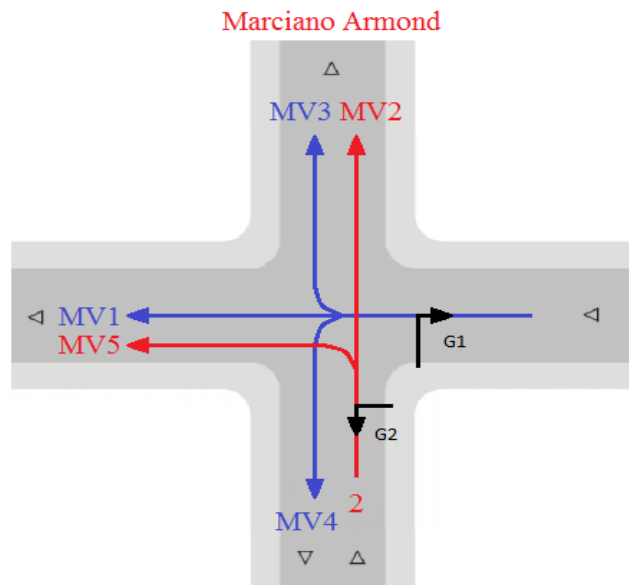
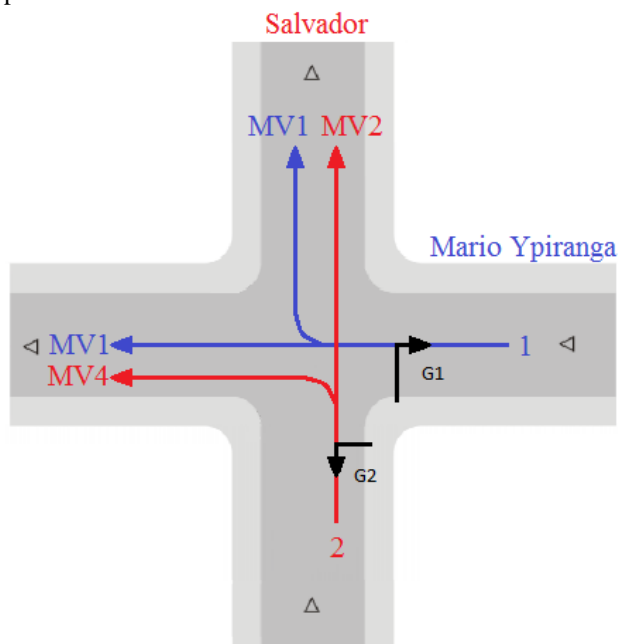


Figura 2: Diagrama de movimentos e estágios do cruzamento 5. Fonte: Autores, (2017).

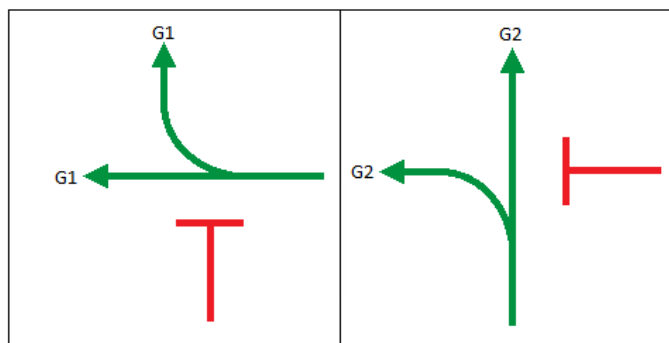


Figura 2: Diagrama de movimentos e estágios do cruzamento 1. Fonte: Autores, (2017).

Tabela 1: Fluxo de veículos estimado do cruzamento 1.

| Movimento | Hora-pico   | Fluxo equivalente (por hora) |
|-----------|-------------|------------------------------|
| 1         | 7:30 - 8:30 | 3522                         |
| 2         | 7:00 - 8:00 | 1961                         |
| 3         | 7:30 - 8:30 | 463                          |
| 4         | 6:30 - 7:30 | 1512                         |

Fonte: Autores, (2017).

Tabela 2: Fluxo de veículos estimado do cruzamento 5.

| Movimento | Hora-pico   | Fluxo equivalente (por hora) |
|-----------|-------------|------------------------------|
| 1         | 6:30 - 7:30 | 682                          |
| 2         | 7:00 - 8:00 | 550                          |
| 3         | 7:15 - 8:15 | 1536                         |
| 4         | 6:30 - 7:30 | 1429                         |
| 5         | 7:15 - 8:15 | 103                          |

Fonte: Autores, (2017).

### III.2. SIMULAÇÃO

Para melhor visualização do comportamento da malha e o tamanho da fila de veículos, foi desenhado no SUMO um trecho de 2,5 km que inclui os cinco cruzamentos semaforizados. A figura 4 demonstra como ficou a malha viária no simulador. O cruzamento 1 é o mais crítico devido a quantidade de veículos que passam nessa interseção, como mostrado na tabela 1. Durante a simulação ocorreu a formação de grandes filas de veículos nas Avenidas Mario Ypiranga e Salvador antes do cruzamento 1, por este motivo serão mostrados nos resultados os dois trechos destacados em vermelho na figura 4 como forma de comparar o desempenho entre as diferentes formas de controle semafórico.

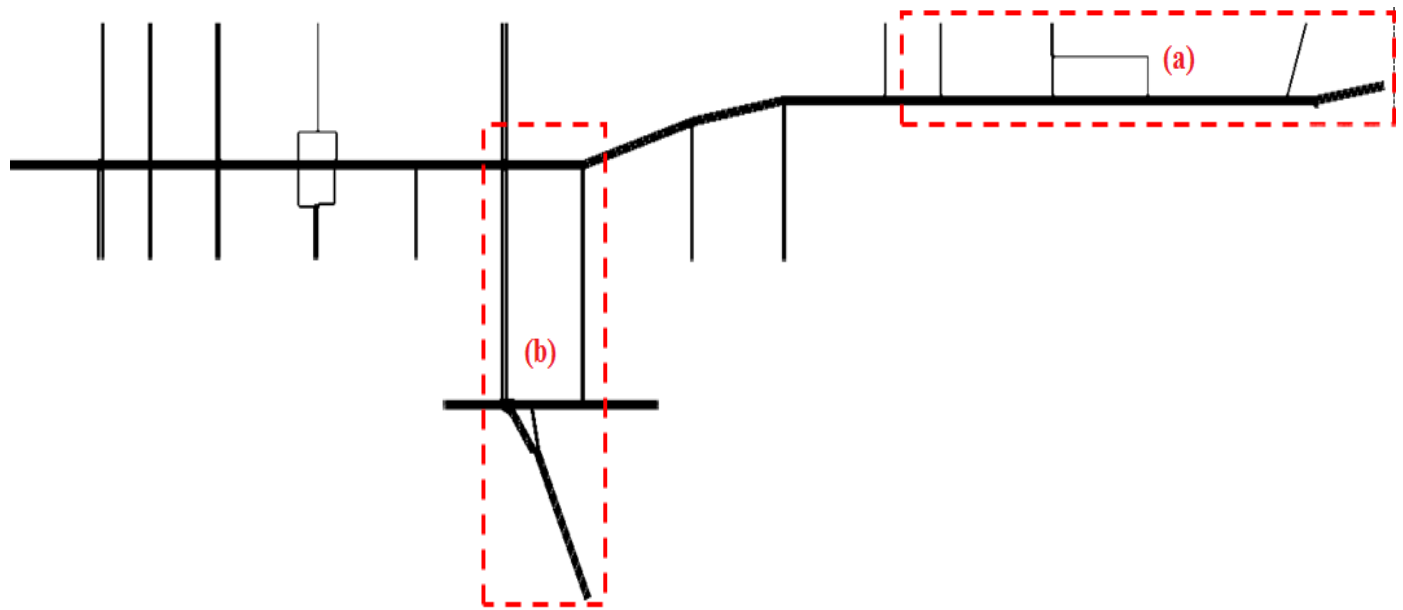


Figura 4: Malha viária no simulador: (a) – Trecho da Avenida Mario Ypiranga, (b) – Trecho da Avenida Salvador.  
Fonte: Autores, (2017).

Foram feitas simulações para três situações possíveis: a primeira consiste na progressão semafórica proposta no projeto, a segunda e terceira são baseadas nos tempos levantados por [12] que corresponde a programação semafórica utilizada na via na

época, mas, com mudanças nas defasagens e no tempo de verde do cruzamento 1, para também avaliar o impacto com a mudança de poucos segundos no tempo de verde. A tabela 3 apresenta os tempos utilizados nas simulações.

Tabela 3: Tempos e defasagens para a simulação da via atual.

| Cruzamento         | Via                    | Progressão proposta |               | Onda Verde 1       |               | Onda Verde 2       |               |
|--------------------|------------------------|---------------------|---------------|--------------------|---------------|--------------------|---------------|
|                    |                        | Tempo de verde (s)  | Defasagem (s) | Tempo de verde (s) | Defasagem (s) | Tempo de verde (s) | Defasagem (s) |
| 1                  | Avenida Mario Ypiranga | 75                  | 0             | 43                 | 0             | 47                 | 0             |
|                    | Rua Salvador           | 82                  |               | 47                 |               | 43                 |               |
| 2                  | Avenida Mario Ypiranga | 103                 | 0             | 60                 | 30            | 60                 | 30            |
|                    | Rua Fortaleza          | 54                  |               | 30                 |               | 30                 |               |
| 3                  | Avenida Mario Ypiranga | 112                 | 0             | 60                 | 40            | 60                 | 40            |
|                    | Rua Terezina           | 45                  |               | 30                 |               | 30                 |               |
| 4                  | Avenida Mario Ypiranga | 121                 | 0             | 60                 | 49            | 60                 | 49            |
|                    | São Luiz               | 36                  |               | 30                 |               | 30                 |               |
| 5                  | Avenida Mario Ypiranga | 127                 | 0             | 60                 | 55            | 60                 | 55            |
|                    | Rua Marciano Armond    | 30                  |               | 30                 |               | 30                 |               |
| Tempo de Ciclo (s) |                        | 167                 |               | 100                |               | 100                |               |

Fonte: Autores, (2017).

A velocidade de progressão para as três situações é de 55 km/h ou 15,28 m/s, apesar de a avenida Mario Ypiranga ser uma via coletora, portanto velocidade máxima de 60 km/h, foi deixado uma margem de segurança para evitar que os condutores ultrapassem essa velocidade máxima. Para a progressão semafórica proposta, todos os 5 semáforos abrem na Avenida Mario Ypiranga no mesmo instante, mas o fechamento segue uma sequência de modo que os pelotões de veículos possam passar pelos cruzamentos sem parar. Os tempos foram calculados com base na distância entre cada cruzamento. Por último foram

definidos os tempos de verde para a Mario Ypiranga no cruzamento 1 e para a Rua Marciano Armond, e todos os outros tempos de verde são calculados com base na defasagem. Além disso os tempos de amarelo e vermelho geral são de 3 e 2 segundos, respectivamente. A figura 5 mostra o diagrama de espaço-tempo para a progressão semafórica proposta, o tempo de ciclo é de 167 segundos e largura da banda é variável. A figura 6 mostra o diagrama de espaço-tempo para a onda verde 1, que possui banda de verde constante.

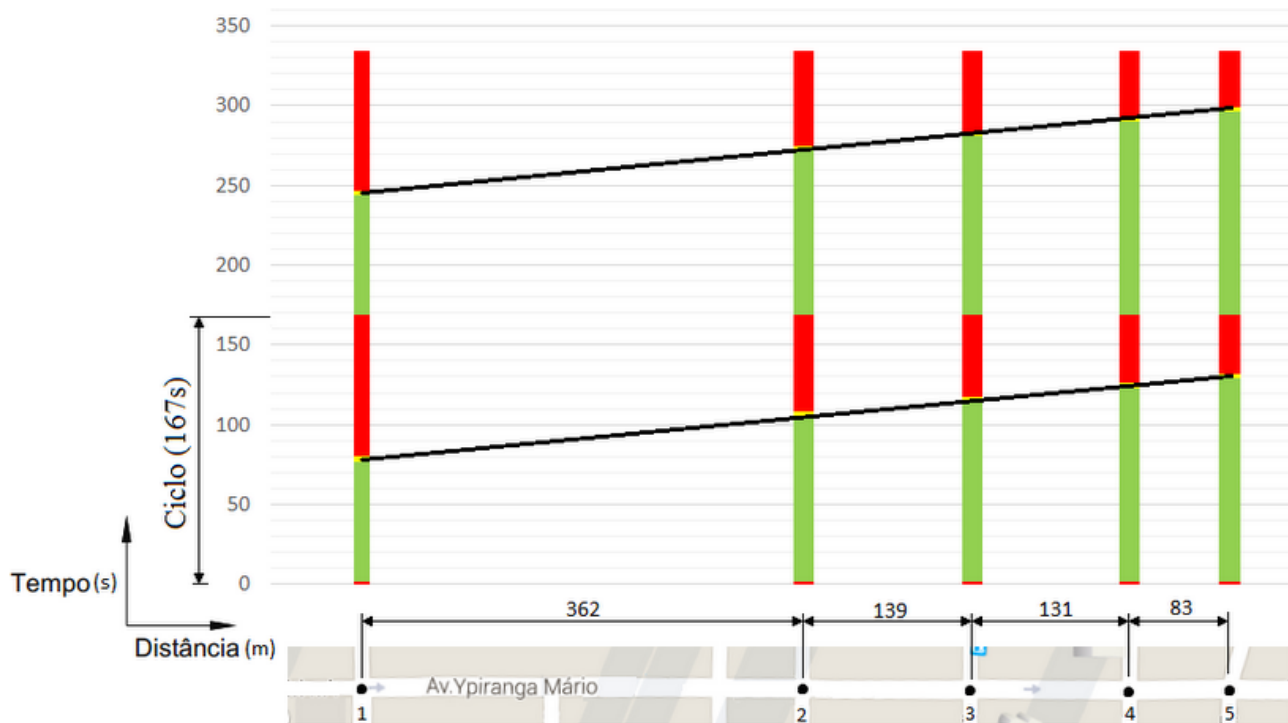


Figura 5: Diagrama espaço-tempo para a progressão semafórica proposta.  
Fonte: Autores, (2017).

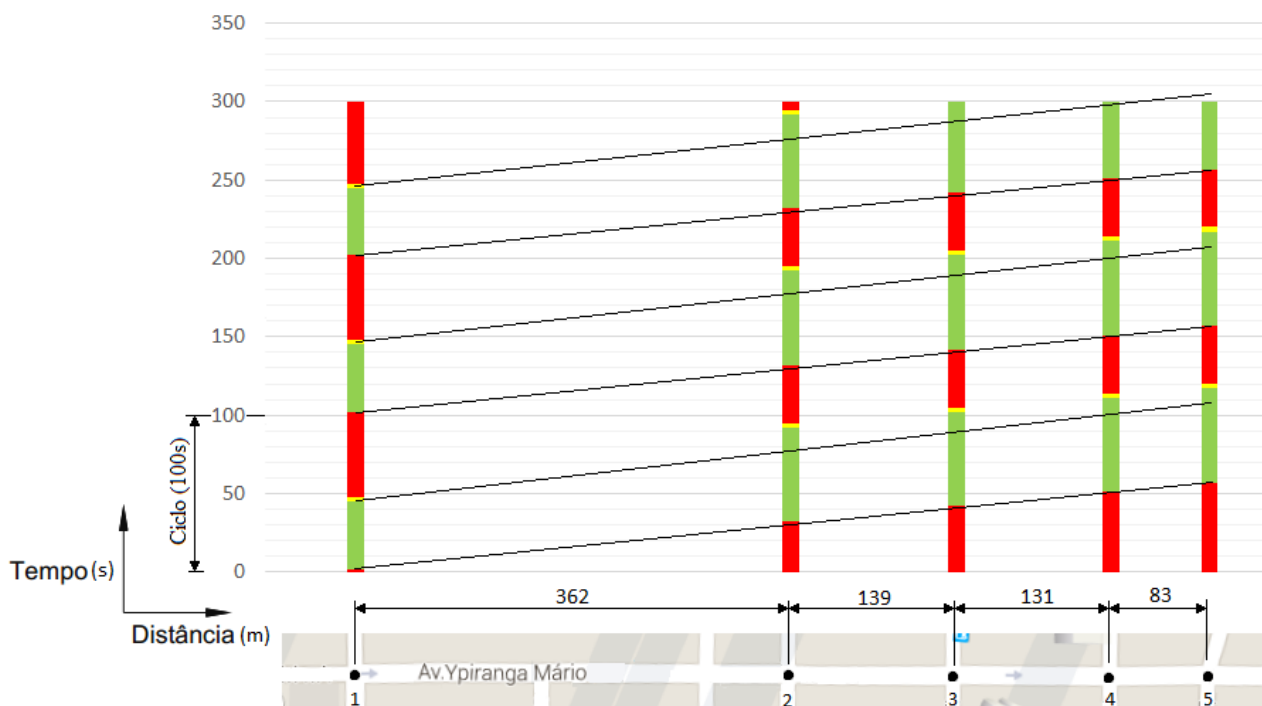


Figura 6: Diagrama espaço-tempo para a onda verde 1.  
Fonte: Autores, (2017).

#### IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A simulação tem um total de 16 fluxos diferentes de veículos, mas somente os dados de dois serão analisados nos resultados, pois são os fluxos mais afetados pelo congestionamento: no primeiro os carros percorrem toda a

extensão da Avenida Mario Ypiranga e no segundo percorrem a Avenida Salvador e no cruzamento 1 fazem a conversão na Avenida Mario Ypiranga e percorrem todo o restante dela. Desse modo serão analisados os impactos das 3 estratégias de coordenação nas duas principais vias da malha viária.

A primeira forma de avaliar o desempenho das simulações feitas é por meio do tamanho das filas de veículos formadas. Para isso foi considerado o tempo de simulação de uma hora e as figuras 7 e 8 mostram o tamanho do

congestionamento para as três estratégias na Avenida Mario Ypiranga (trecho A da figura 4) e na Avenida Salvador (trecho B da figura 4), respectivamente.

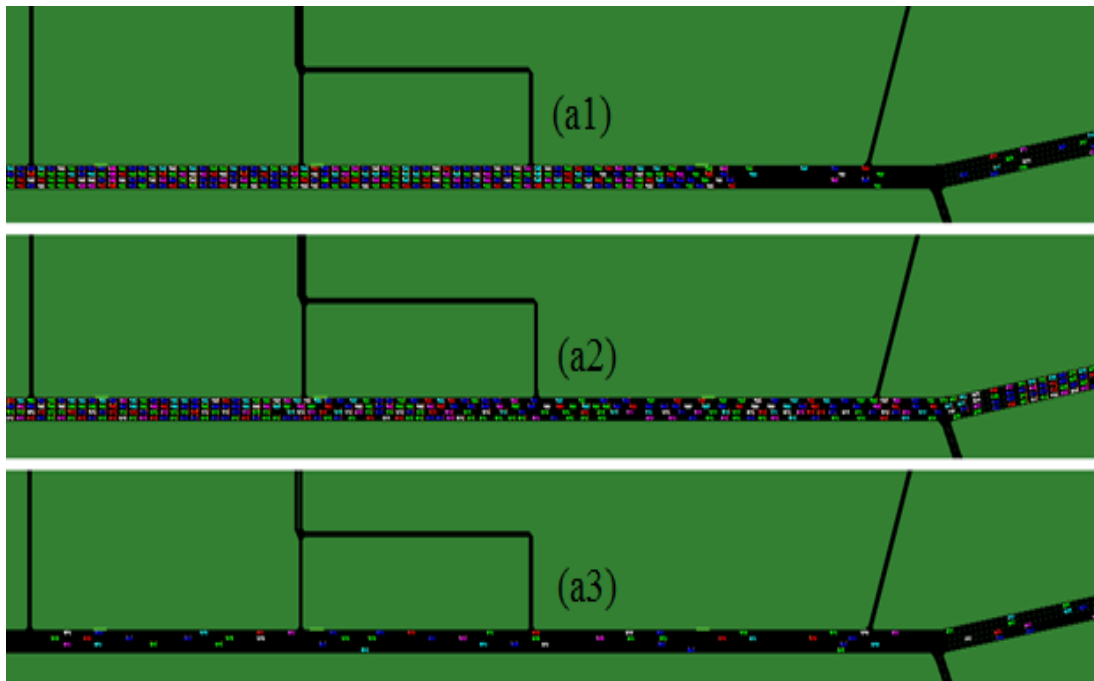


Figura 7: Simulação trecho (a) da figura 4: (a1) Progressão proposta, (a2) Onda verde 1 e (a3) Onda Verde 2. Fonte: Autores, (2017).

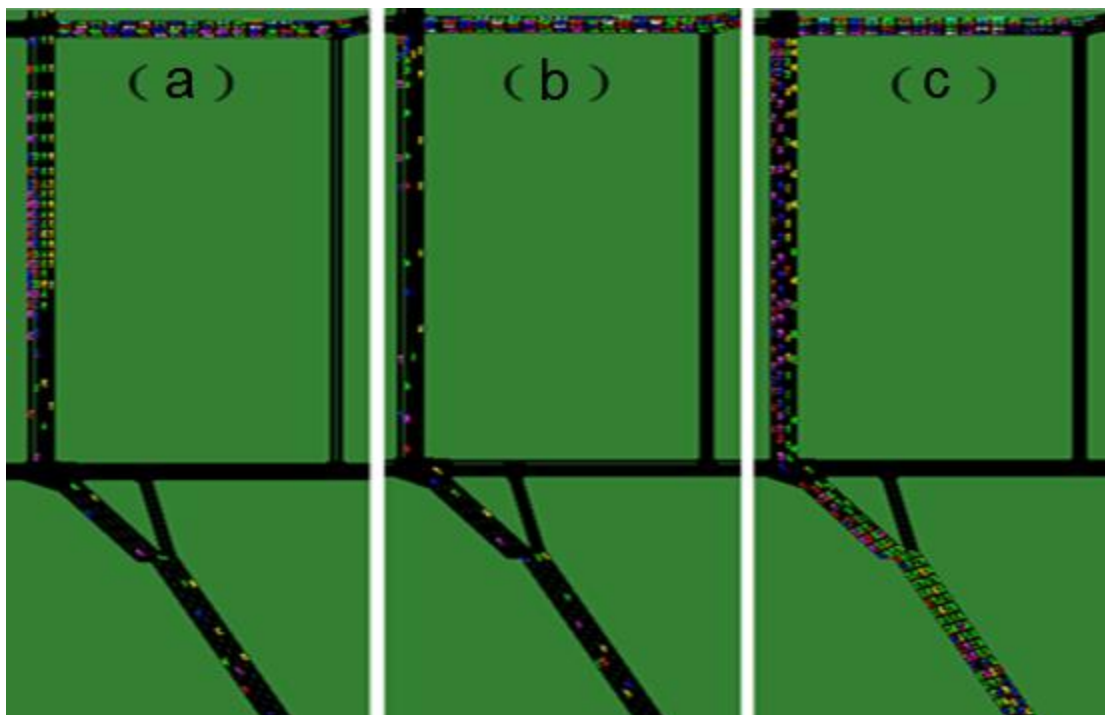


Figura 8: Simulação trecho (b) da figura 4: (a) Progressão proposta, (b) Onda verde 1 e (c) Onda Verde 2. Fonte: Autores, (2017).

O SUMO pode salvar em XML arquivos com inúmeros parâmetros referentes à simulação. Um desses arquivos, o *tripinfo*, que possui as informações da jornada de cada veículo gerado na simulação, foi exportado para uma planilha eletrônica e a partir da média dos veículos foram gerados dois gráficos. Os parâmetros usados para avaliar o desempenho da malha viária

para cada situação foi o tempo de viagem, o tempo parado e o tempo perdido de todos os carros do fluxo 1 e do fluxo 2 que percorreram a malha viária durante uma hora, mostrados na figura 9. Além disso, foi calculado a velocidade média para cada situação que é mostrado na figura 10.

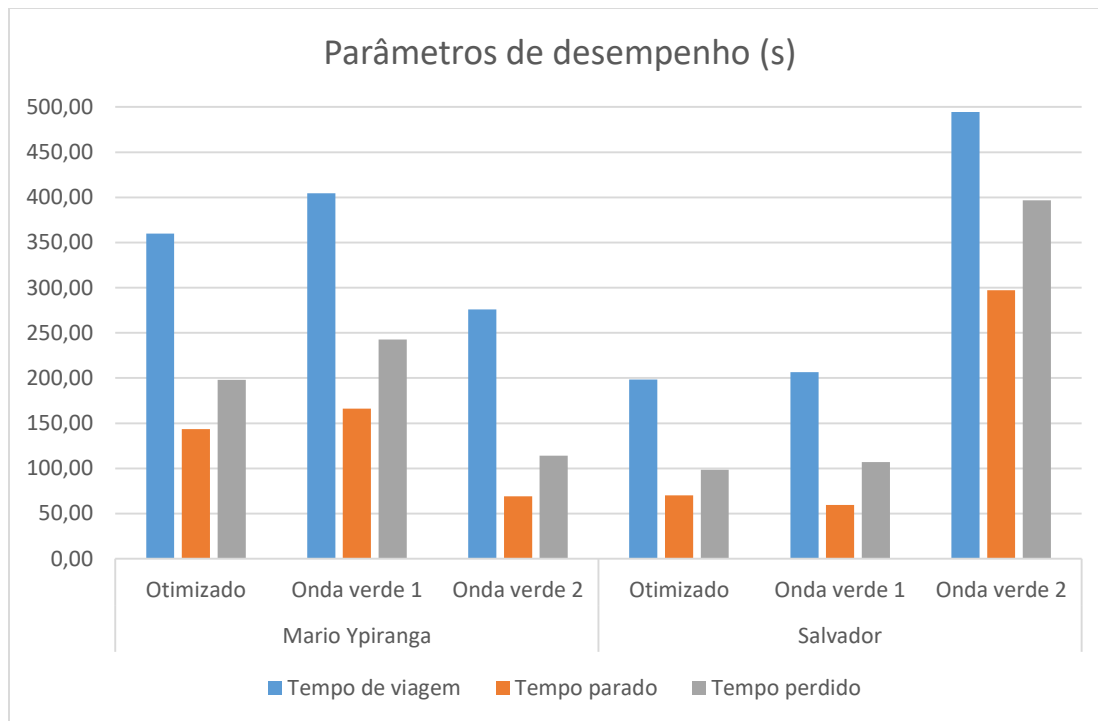


Figura 9: Gráfico com os parâmetros de desempenho.

Fonte: Autores, (2017).

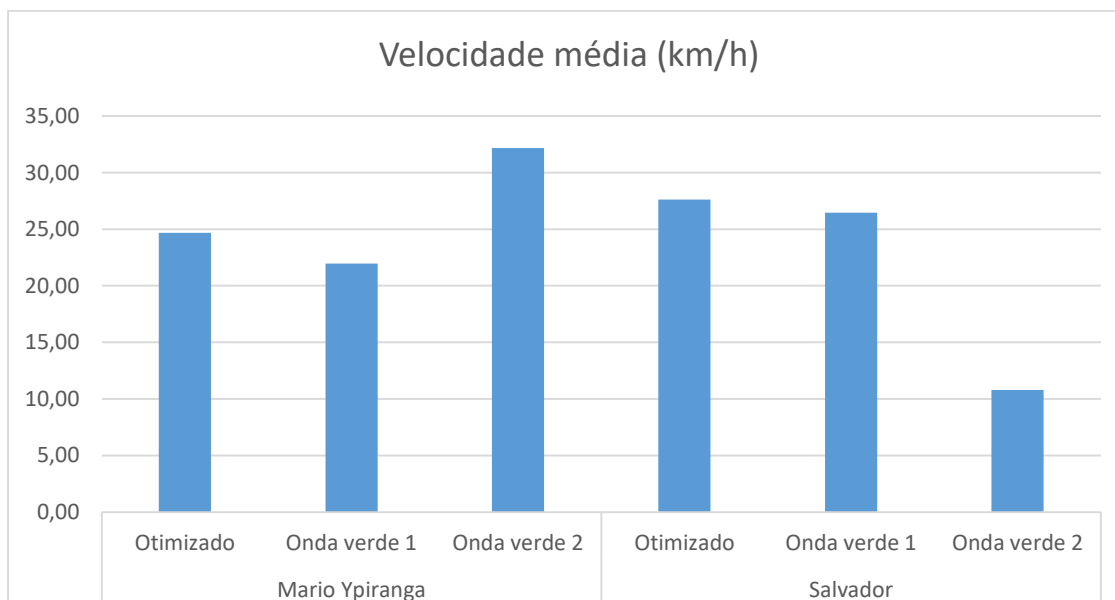


Figura 10: Gráfico da velocidade média dos veículos.

Fonte: Autores, (2017).

## V. CONCLUSÃO

Este trabalho possibilitou avaliar o desempenho da proposta de implantação de progressão semafórica flexível para a Avenida Mario Ypiranga Monteiro na cidade de Manaus, que tem como objetivo reduzir o congestionamento naquela via que possui grande importância para a deslocamento urbano. A progressão flexível obteve melhor desempenho do que as onda verdes pois pode reduzir o tempo de viagem, o tempo parado e o tempo perdido de acordo com a figura 9 além de aumentar a velocidade média nas vias. Na onda verde 2 pode-se notar um

desempenho bem superior na avenida Mario Ypiranga, mas com uma retenção bastante elevada na avenida Salvador como mostra a figura 8 c.

Ao longo da simulação pode-se perceber que a defasagem positiva presente nas duas ondas verdes não desempenhou um bom papel no momento da abertura dos semáforos da avenida Mario Ypiranga pois o pelotão de um cruzamento começava a andar e em seguida encontrava uma fila de veículos parados no próximo cruzamento, dificultando o fluxo de veículos. Na progressão semafórica flexível os cinco cruzamentos abrem simultaneamente de modo que o tempo que

um pelotão leva para chegar no próximo cruzamento seja o suficiente para que a fila de veículos parados já esteja se movendo, o que possibilita reduzir o consumo de combustível e o desgaste do sistema de frenagem dos veículos, além de reduzir o tempo de viagem e o tempo perdido que por consequência diminui o estresse dos condutores e passageiros que transitam na via e reduz o impacto ambiental, o que contribui para a melhora da qualidade de vida da população.

## VI. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à MANAUSTRANS por fornecer os dados necessários para o projeto e à Universidade do Estado do Amazonas - UEA junto com a FAPEAM que por meio do Programa de Apoio a Iniciação Científica permite os alunos desenvolverem projetos de pesquisa.

## VI. REFERÊNCIAS

[1]. Cruz, W. UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE, Faculdade de Computação e Informática. **Aplicação de Algoritmos Genéticos em Semáforos Inteligentes**. Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2011. 115p, il. Trabalho de conclusão de curso.

[2]. GOVERNO DO AMAZONAS. **Custo com congestionamento em Manaus é de R\$ 530 milhões/ano**. Manaus, 23 maio 2011. Disponível em: <<http://www.amazonas.am.gov.br/2011/05/custo-com-congestionamento-em-manaus-der-530-milhesano/>>. Acesso em: 5 de junho de 2016.

[3]. Cybis, H. B. B.; Lindau, L. A.; Araujo, D. R. C. **Implantação de um modelo de simulação e alocação de tráfego em Porto Alegre**. Revista dos Transportes Públicos – ANTP, São Paulo, v.1, n.95, p. 41-54, 2002.

[4]. DENATRAN - Departamento Nacional de Trânsito. Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito Volume V- **Sinalização Semafórica**. 3ª Edição. Brasília: DENATRAN, 2012.

[5]. Dutra, C. B.; DemarchiI, S. H. **Coordenação semafórica através do método de maximização da banda de verde**. Anais: XVIII Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito, Florianópolis: ANTP, 2004.

[6]. Webster, F. V.; Cobre, B. M. **Traffic Signals: Road Reseach Technical Paper**. Road Research Laboratory – Ministry of Transport, London, England, n.56, 1966.

[7]. Roess, R. P.; Mc Shane, W. R.; Prassas, E. S. **Traffic Engineering**. Prentice Hall, New Jersey, Second Edition, 1998.

[8]. Almeida, A. F. M.; Meneses, H. B. **Avaliação da progressão semafórica em tempo real nos períodos de média e alta demanda de tráfego: Estudo de caso**. Anais: XVI Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito, Maceió: ANTP, 2007.

[9]. Lopes, L. C. F. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, COPPE. **Método de Otimização das Defasagens de Corredores**, 2010. 140p, il. Dissertação (Mestrado).

[10]. Dutra, C. B. **Avaliação da eficiência de métodos de coordenação semafórica em vias arteriais**. Universidade de São Paulo. Escola de Engenharia de São Carlos. Departamento de Transportes, 2005. 203p. Dissertação (Mestrado).

[11]. Hallmann, H. V. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRADNE DO SUL, Instituto de Informática. **Comparação entre softwares Simuladores de Trânsito**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011. 104p, il. Trabalho de conclusão de curso.

[12]. Oliveira, W. D. T. **Proposta de semáforos inteligentes usando estratégias de controle TUC para um conjunto de cruzamentos subsequentes da cidade de Manaus**. Universidade do Estado do Amazonas, 2014.



## Inventory control applying sales demand prevision based on fuzzy inference system

Enyleide Lima Nogueira<sup>1</sup>, Manoel Henrique Reis Nascimento<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laureate International Universities (UNINORTE). Av. Djalma Batista, 2100. N. Sr<sup>a</sup>. das Graças, Plaza Shopping. Manaus – AM.

<sup>2</sup>Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia (ITEGAM) – Av. Joaquim Nabuco, 1950, Centro. Manaus – AM.

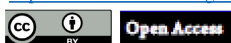
Email: [enyleide.lima@gmail.com.br](mailto:enyleide.lima@gmail.com.br), [hreys@bol.com.br](mailto:hreys@bol.com.br)

**Received:** June 12<sup>th</sup>, 2017

**Accepted:** September 25<sup>th</sup>, 2017

**Published:** September 30<sup>th</sup>, 2017

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

The market scenario of intense changes requires organizations to develop competitive factors, so developing methods for forecasting and controlling inventory is of fundamental importance for the company survival. This paper proposes a demand prevision model with fuzzy inference as a basis for major strategic decisions of the organization, having as variables the marketing mix.

**Keywords:** Inventory control, Demand Forecasting, Marketing mix, Fuzzy inference.

### Controle de estoque aplicando previsão de demanda de vendas baseado no sistema de inferência fuzzy

### RESUMO

O cenário mercadológico de intensas mudanças exige das organizações que desenvolvam fatores competitivos, dessa forma, desenvolver métodos para previsão e controle de estoque é de fundamental importância para a sobrevivência da empresa. O presente artigo propõe um modelo de previsão de demanda com inferência fuzzy como base para as principais decisões estratégicas da organização, tendo como variáveis o composto mercadológico.

**Palavras-chave:** Controle de estoque, Previsão de demanda, Composto de marketing, Inferência fuzzy.

### I INTRODUÇÃO

O contexto mercadológico atual é de rápidas transformações impulsionadas, principalmente, pelo avanço tecnológico que induz as organizações a buscarem diferenciais competitivos. Dado o que se expôs o controle de estoque tende contribuir para que a organização adote novas posturas estratégicas, certificando que se tenha o produto à disposição dos clientes na quantidade correta e na hora exata, evitando maiores investimentos e conferindo melhores resultados e maior competitividade à empresa.

O papel primário do estoque é o de suprir imprecisões na previsão da demanda, incorreções na produção ou no tempo de reposição dos produtos, sendo elencado como um dos principais custos da organização. A existência do estoque se dá devido a diferença de ritmo entre fornecimento e demanda [1].

Como consequência, refrear o estoque resultou em ser uma das maiores preocupações dos gestores em virtude de se evitar rupturas no caixa. O controle de estoque tem sido definido

como o conjunto de medidas adotadas para se obter o quantitativo mínimo de estoque possível, sem comprometer o atendimento da demanda, evitando a supressão ou excedente dos produtos oferecidos.

Controlar o estoque diz respeito ao motivo que incitam à tomada de decisões quanto à quantidade de materiais que se deve manter em estoque, considerando critérios econômicos associados aos custos de se manter estoque com a finalidade de gerir os estoques viabilizando a otimização do espaço e melhor informando no tocante as quantidades disponíveis [2].

Prenunciar qual a demanda de vendas da empresa no intuito de se antecipar a compra de produtos junto a seus fornecedores evita estoques prescindíveis ou a indisponibilidade do produto aos clientes, além de ser parte essencial de um bom planejamento. Conhecer as principais variáveis que afetam a demanda de vendas para subsidiar a tomada de decisão é o ponto de partida do processo de planejamento estratégico da organização.

Dessa forma ferramenta mais cabível que a empresa possui para gerenciamento de estoque é a previsão das necessidades ligadas às vendas, que possibilita um melhor gerenciamento e apuração exata na forma quantitativa dos produtos [3].

Apresentar um modelo de gestão de estoque por intermédio da previsão da demanda de venda que considere as características das novas demandas e que estime os fatores que alteram a produção tem sido um dos maiores desafios da atualidade, visto que as formas mais usuais de previsão de demanda consistem em analisar a média da produção histórica do produto e o cálculo estatístico baseado numa amostra de dados.

Nesse contexto, a utilização de um modelo baseado na inferência *fuzzy* permite ao gestor que avalie o impacto das suas decisões de maneira a otimizar a lucratividade da empresa, uma vez que a lógica *fuzzy* tem sido amplamente difundida em questionamento e problemas dos mais diversos como apoio na tomada de decisão em situações de ambiente incerto, uma vez que a lógica *fuzzy* surgiu como meio de representação e manipulação de dados imprecisos.

O presente artigo tem por objetivo apresentar um modelo de inferência *fuzzy* para o controle de estoque analisando previsão de demanda de vendas, subsidiando informações precisas para apoio na tomada de decisão.

## II REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### II.1 CONTROLE DE ESTOQUE

Os estoques tem a função de regular todo o fluxo dos negócios e estão presentes em todos os processos de uma empresa, respondendo por uma parcela significativa dos custos da organização [4]. Considera-se que o estoque representa uma ferramenta estratégica de fator competitivo que favorece os clientes que necessitam fornecimento imediato ou um curto período de reposição.

Tem-se sabido que mais desafiador que conhecer o estoque de uma empresa não está em minimizar a quantidade de materiais estocados, nem cingir os custos, mas sim obter a quantidade correta de materiais estocada para atender a primazia gerencial de maneira eficaz.

Então, para alavancar sucesso no mercado é necessário se somar um bom atendimento, diversificação de produtos concernente à alta qualidade e uma boa localização, não obstante, na hipótese de uma empresa possuir todos os quesitos supracitados e ainda assim apresentar resultados financeiros insatisfatórios é presumível que boa parte de seu capital esteja repousado no estoque [5].

As medidas adotadas pela administração e gestores para planejar, organizar, dirigir e controlar o estoque é definida pela expressão controle de estoque que se realizada de maneira eficaz outorga o alcance dos objetivos pretendidos pela empresa. Dessarte, para que os resultados na efetivação do controle do estoque sejam satisfatórios é fundamental que o administrador saiba utilizar do espaço para um controle interno satisfatório e eficaz, pautando soluções favoráveis ao melhoramento da gestão com apoio dos colaboradores no desenvolvimento dos procedimentos da empresa.

O controle de estoque tem o papel elementar em todo processo da cadeia produtiva, buscando manter o estoque necessário para se suprir a demanda sem comprometer o capital da empresa com custos excessivos de estoques. A redução racional nos custos correspondentes ao estoque é traduzida em uma maior margem de lucro da empresa [6].

Dada a relevância dos estoques para uma empresa, os gestores devem fadar maior atenção à administração de materiais, posto que essa atividade possui a capacidade de afetar, de forma positiva ou negativa, os resultados da empresa [2].

Seja qual for o método adotado é necessária a observância das rotinas adotadas com a finalidade de evitar problemas de controle, que incidam consequências no inventário, que redundam prejuízos para a empresa. Controle de estoque é o procedimento adotado para registrar, fiscalizar e gerir a entrada e saída de mercadorias e produtos seja na indústria ou comércio [7].

Manter os níveis de estoque em equilíbrio de forma racional visando igualar a demanda aos níveis ideais de estoque vem sendo um dos maiores desafios da administração de estoques. Deste modo, as empresas desejam trabalhar com o mínimo de estoque possível, adotando-se diversas variáveis e critérios para canalizar os investimentos e consequentemente minimizar custos.

Além das vantagens já apresentadas, a boa gestão do controle de estoque contempla a redução e até mesmo abolição de perdas ou roubos de materiais, permite o conhecimento prévio da quantidade de materiais necessário para suprir a demanda futura, faculta a reposição de materiais no momento exato, cessa compras desnecessárias, viabiliza traçar estratégias de compras eficientes e promove aumento na rotatividade dos estoques [8].

### II.2 PREVISÃO DE DEMANDA

Previsão por definição é uma sequência de etapas que o gestor realiza, seja implícita ou não, para prognosticar um valor futuro. Contudo, em virtude das complexidades que envolvem o processo decisório em ambientes organizacionais não estruturados, a tomada de decisão sobre quais etapas adotar tem sido uma árdua tarefa [9].

A melhor ferramenta de gestão de uma empresa na administração de estoques são as previsões de demandas futuras que possibilitam um correto gerenciamento e levantamento exato do quantitativo de produtos, focando principalmente no histórico de saídas dos produtos que corresponde às necessidades futuras dos clientes [3].

Um sistema de previsão de demanda possui quatro etapas operacionais e que incluem a definição do problema, ou seja, qual a variável a ser prevista, a obtenção padrão de demanda (histórico de demanda) e os dados contextuais, a escolha do método de previsão, a implementação do método selecionado e o monitoramento das previsões [10].

A imprecisão é a variável que diligencia maior atenção, podendo reduzir o grau de interferência dela ao se utilizar alguns métodos e os métodos para se estimar a demanda podem ser de natureza qualitativa (baseada em estimativas e/ou opiniões dos gestores) ou quantitativa (baseada em ferramentas estatísticas e de programação, pressupondo o uso de cálculos) [11].

O crescimento ou o declínio das taxas de demanda, sazonalidades e flutuações gerais causadas por diversos fatores resultam nos padrões de demanda [12]. Os padrões de demanda podem ser definidos como irregular ou regular, em que o primeiro ocorre no caso de demanda intermitente ou elevado grau de incerteza a respeito do nível de ocorrência da demanda, sendo classificado como a mais difícil de prever, e o segundo, padrão de demanda regular, é decomposto em cinco componentes, que são a demanda média para o período, tendência, sazonalidade, fatores cíclicos e a variação aleatória.

A classificação dos métodos de previsão é segundo critérios variados, que baseiam-se nos tipos de instrumentos e conceitos que formam a base de previsão, sendo esses métodos baseados em critérios:



a) **Qualitativos** (com base em julgamentos) – sendo métodos fundamentados no julgamento de pessoas estejam relacionadas com o processo e tenham condições de opinar sobre a demanda futura, não se apoiam em nenhum modelo específico e são conduzidos de maneira sistemática. Tais métodos são muito utilizados na ausência de dados ou no lançamento de novos produtos.

b) **Qualitativos** (ou matemáticos) – são métodos que utilizam modelos matemáticos com a finalidade de se chegar aos valores previstos, permitindo controle dos erros, porém, exigem informações quantitativas preliminares, podendo ser métodos causais (em que a demanda de um item é relacionada a um ou mais variáveis internas ou externas à organização); e séries temporais (que são um conjunto de valores de demanda tomados em instantes específicos de tempo com igual intervalo de tempo, em que o padrão observado nos valores passados forneça informações adequadas para a previsão de valores futuros de demanda).

Dessa forma, para se obter uma boa gestão e controle de estoque, a primeira etapa operacional é utilizar de modelos de previsão de demanda, a partir dos quais poderá se conhecer a demanda dos produtos, podendo assim realizar um gerenciamento de estoque mais eficiente, permitindo adquirir somente o necessário para um determinado período.

### II.3 O COMPOSTO DE MARKETING

O mix de marketing se constitui por uma série de atividades, porém, no início dos anos 60, Jerome McCarthy, propôs um mix de marketing que consistia em produto, preço, praça e promoção, sendo definido por 4 P's, onde cada P abrange outras diversas atividades [13].

Sendo assim, o composto mercadológico ou mix de marketing é formado por várias atividades que têm em vista motivar, impelir e instigar o consumidor a comprar um determinado produto em detrimento de outro.

O conceito de composto mercadológico é o “conjunto de instrumentos controláveis pelo gerente de marketing, através dos quais ele pode obter melhor ajustamento entre a oferta que sua empresa faz ao mercado e a demanda existente”[14].

A função principal do mix de marketing compreende as definições sobre o produto que abrange definição da oportunidade de lançamentos de produtos ou adequação desses à necessidades do consumidor; engloba também decisões de preço, tendo em vista gerar vantagem competitiva e retorno para a empresa; além de decisões de promoção, relativas aos investimentos em estratégias de comunicação e promoção de vendas; e as decisões de praça ou distribuição, que envolvem a escolha de canais de vendas que satisfaça as necessidades dos clientes[15].

O produto ou serviço é entendido como agente principal de comercialização, desenvolvido para atender as necessidades dos clientes, proporcionando benefícios [16]. Um produto Um produto pode ser definido como tudo o que uma pessoa recebe, seja favorável ou desfavorável, em uma relação de troca. Um produto pode ser uma mercadoria tangível, um serviço, uma ideia ou qualquer combinação dos três, e engloba não só a unidade física, mas garantia, serviços pós-venda, marca e imagem da empresa [17].

“O preço ajuda a dar valor às coisas e representa uma troca pelo esforço feito pela empresa vendedora através da alocação de recursos, capital e mão-de-obra dos produtos comercializados” [16]. O preço é o único elemento do composto de marketing capaz de gerar receita, sendo que os demais representam custos, e caracteriza-se também como um dos elementos mais flexíveis, pois ele pode ser alterado com rapidez [18].

“As empresas usam os canais de distribuição para poder atender em todos os mercados a todos os possíveis clientes ou consumidores” [19]. “A localização de um varejista é a chave de sua capacidade de atrair clientes. E os custosa para construir ou alugar instalações tem um grande impacto sobre os lucros dos varejistas. Portanto, a localização é uma das decisões mais importantes a serem tomadas”[20].

Um das ferramentas mercadológicas mais importantes colocada aos varejistas é a promoção tendo a função de estimular a demanda relacionando serviços às necessidades e desejos de seu público-alvo. Ela sob qualquer forma tem como objetivo exercer influência. A promoção é a comunicação do varejista com o seu mercado-alvo e isto ocorre através de diversas técnicas [16]. A promoção é necessária para informar, persuadir e lembrar os consumidores que um produto existe e que os mesmos podem se beneficiar com a compra do produto [21].

### II.4 O SISTEMA FUZZY

A teoria dos conjuntos *fuzzy* surgiu como ferramenta para responder a problemas relativos a informações vagas, imprecisas ou ambíguas, geralmente descritas em linguagem natural - termos qualitativos - para serem transcritas em linguagem numérica.

Em 1965 a teoria dos conjuntos *fuzzy*, ou teoria dos conjuntos difusos como também é conhecida, foi mencionada pela primeira vez pelo professor Lotfi Asker Zadeh, da Universidade de Berkeley, USA [22].

Reconhecido pela grande contribuição no Controle moderno, Zadeh observou, ainda em meados década de 60, que os recursos tecnológicos disponíveis não eram capazes de automatizar as atividades relacionadas a problemas de natureza ambíguas, não processadas na lógica computacional. Buscando solucionar a problemática, L. A. Zadeh publicou em 1965 um artigo resumindo os conceitos dos conjuntos *fuzzy*, emergindo o assunto com a criação de sistemas *fuzzy* [23].

Diferentemente da lógica convencional, a lógica *fuzzy* suporta modos de raciocínio aproximados ao invés de exatos, em que permite o tratamento de informações qualitativas de uma forma rigorosa. Ela cumpre o papel de gerenciar imprecisões através da expressão de termos com um grau de pertinência, em um intervalo numérico [0, 1], que se tem a pertinência absoluta representada pelo valor 1 [24].

Um sistema *fuzzy* necessita de quatro elementos que são denominados fuzzificador e defuzzificador, base de regra e inferência *fuzzy* que estão conectados e podem ser representados conforme a Figura 1 [25].

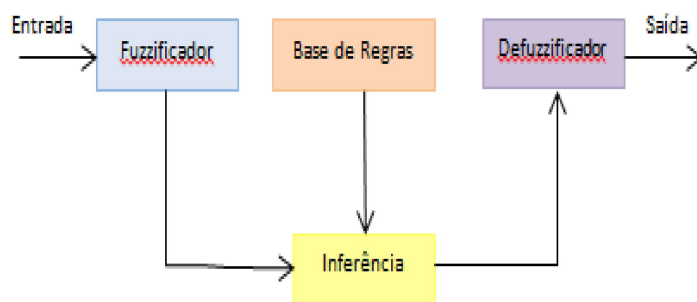


Figura 1: Sistemas *Fuzzy*.

Fonte: Adaptado [26].

O componente fuzzificador tem como principal função converter os valores reais de entrada em grau de pertinência a conjuntos *fuzzy* [26].

Ainda conforme a definição dos autores, a base de regras *fuzzy* trata de um conjunto de regras linguísticas “IF-THEN”, sendo considerada a parte fundamental de um sistema *fuzzy*, uma vez que todos os outros componentes são utilizados para implementar as regras de modo eficiente e razoável.

O defuzzificador especifica um ponto na saída que melhor representa o conjunto *fuzzy*. Na escolha de um defuzzificador, os critérios de plausibilidade, simplicidade computacional e de continuidade devem ser considerados [22].

A inferência *fuzzy*, também definida pelos autores, é a etapa em que as proposições são definidas e depois são examinadas paralelamente. No processo de inferência *fuzzy*, os princípios da lógica são usados para combinar as regras *fuzzy* “IF-THEN” existentes na base de regras com os dados de entrada. O resultado final desta combinação é uma região *fuzzy* de saída que está relacionada com a saída do processo [27].

### III MATERIAIS E MÉTODOS

Pesquisa é definida “como o processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico cujo objetivo fundamental [...] é descobrir respostas para problemas mediante emprego de procedimentos científicos” [28].

O modelo adotado no sistema de previsão de demanda se baseou em simulação computacional como ferramenta, fundamentado com lógica *fuzzy*, como variáveis relevantes selecionadas para a análise teve-se Produto, Preço, Praça e Promoção.

As funções de pertinência que foram desenvolvidas para este sistema foram as variáveis já mencionadas; o intervalo numérico e o valor linguístico, conforme Tabela 1 a seguir:

Tabela 1: Funções de Pertinência do Sistema.

| Variáveis         | Intervalo Numérico | Valor Linguístico                             |
|-------------------|--------------------|---|
| ENTRADA           |                    |   |
| PRODUTO           | [0 - 100]          | (RUIM, BOM, ÓTIMO)                            |
| PREÇO             |                    |   |
| PRAÇA             |                    |   |
| PROMOÇÃO          |                    |   |
| SAÍDA             |                    |   |
| PREVISÃO DE VENDA | [0 - 100]          | (MUITO RUIM, RUIM, BOM, MUITO BOM, EXCELENTE) |

Fonte: Autores, (2017).

Na Figura 2 é implementado um sistema de previsão de demanda na área de Interface Gráfica do usuário.

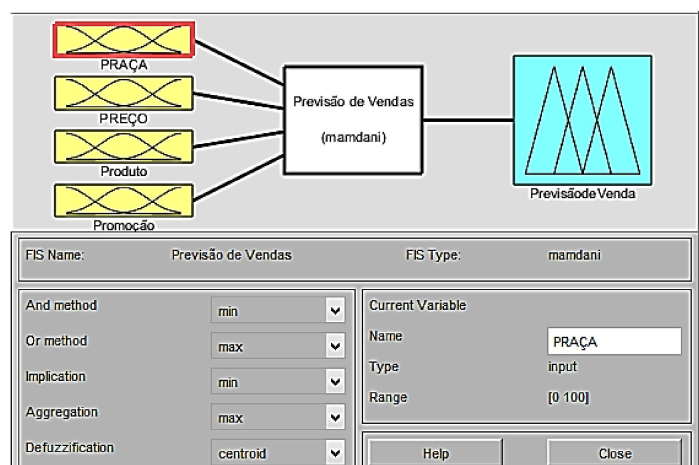


Figura 2: Variáveis de entrada e saída do sistema.

Fonte: Autores, (2017).

Quanto à descrição das variáveis, elas representam o conhecimento do especialista na inferência *fuzzy*, sendo denominados como variáveis de entrada e saída do sistema, correspondidos em termos linguísticos que representam modo de imprecisão. Dessa forma, as variáveis do sistema proposto são:

a) **Produto** – deve satisfazer a necessidade do consumidor e engloba características como qualidade, embalagem, design, garantia, entre outras, sendo uma variável de alta relevância. A fuzzificação dessa variável é trapezoidal nas extremidades e triangular na parte central do gráfico, conforme Figura 3.

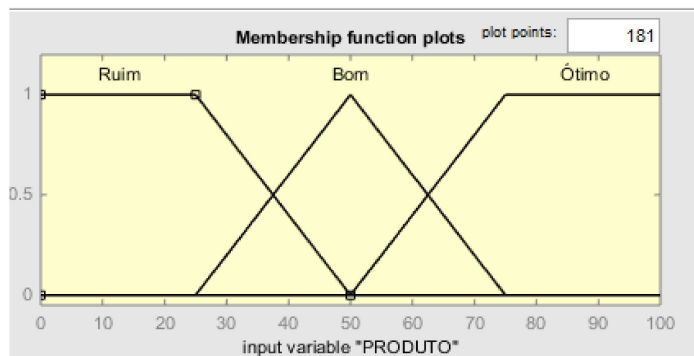


Figura 3: Variável Produto.

Fonte: Autores, (2017).

b) **Preço** – as estratégias que determinam o preço devem considerar os custos, a concorrência e o valor percebido pelos consumidores. A relevância dessa variável também é considerada alta na previsão da demanda com a fuzzificação também segundo os parâmetros da primeira variável descrita, conforme Figura 4.

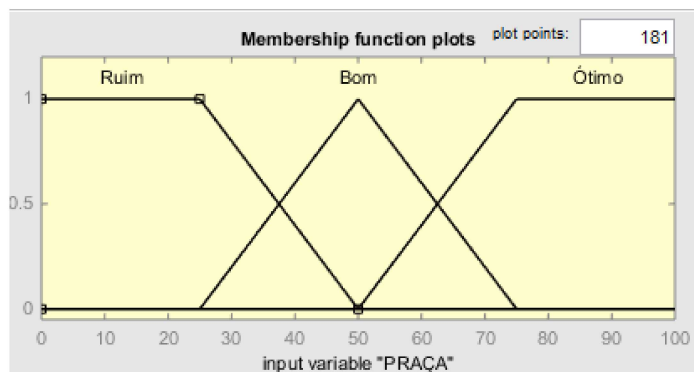


Figura 4: Variável Preço.

Fonte: Autores, (2017).

c) **Praça** – é o conjunto de organizações interdependentes envolvidas no processo de disponibilização do produto para o consumo. A relevância dessa variável é bastante considerável e a fuzzificação pode ser observada conforme Figura 5.

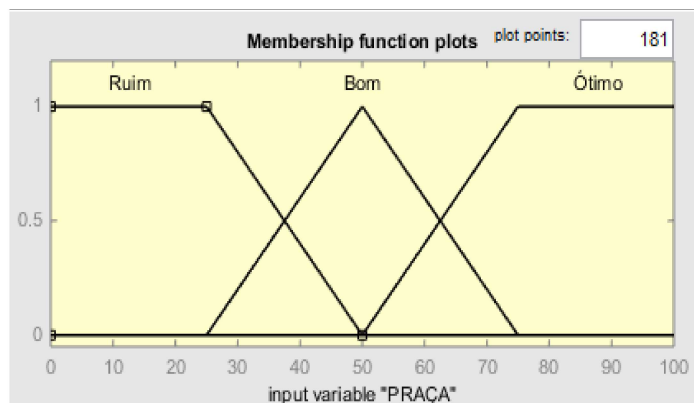


Figura 5: Variável Praça.

Fonte: Autores, (2017).

d) **Promoção** - diz ao consumidor que o produto certo está disponível, com preço adequado e canal de distribuição adequado, também considerada uma variável imponente na previsão da demanda e tem sua fuzzificação disposta conforme Figura 6.

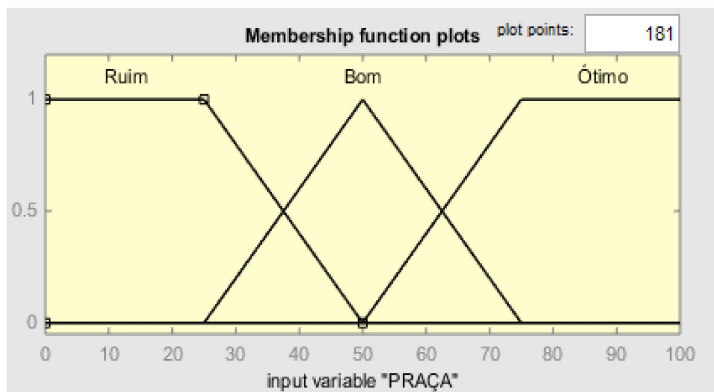


Figura 6: Variável Promoção.

Fonte: Autores, (2017).

e) **Previsão de demanda** – a associação das variáveis de entrada e saída, a qual tem a fuzzificação demonstrada na Figura 7.

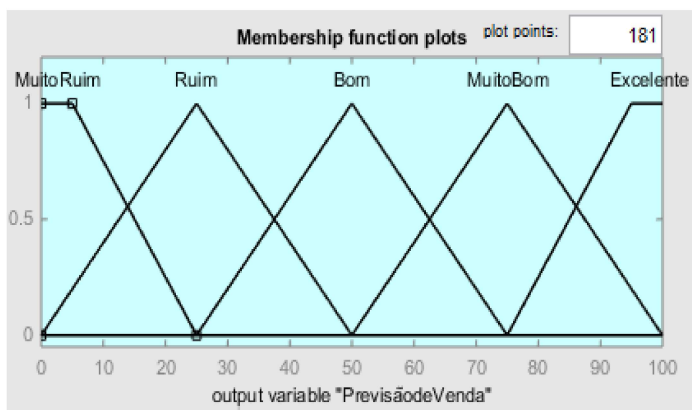


Figura 7: Variável de saída Previsão de Vendas.

Fonte: Autores, (2017).

A demonstração da principal Base de Regras de Inferência das variáveis linguísticas resultou em 81 combinações, aplicadas nesta solução *fuzzy*, onde parte dela poder observada na Figura 8.

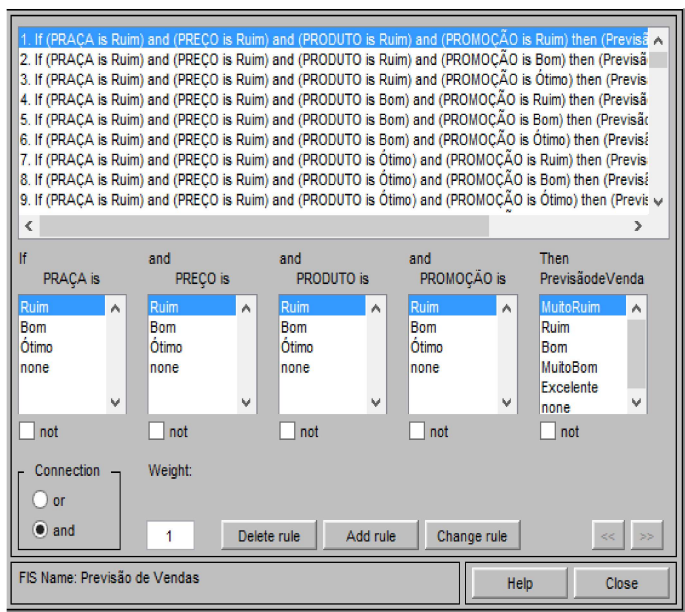


Figura 8: Regras de inferência das variáveis linguísticas.

Fonte: Autores, (2017).

#### IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados dispostos no visualizador de regras facilitam a interpretação do processo de inferência fuzzy, onde também é possível demonstrar funções que refletem no resultado global do sistema.

Ao se variar os valores de entrada é possível avaliar as saídas do sistema proposto, obtendo um valor que permite uma correta análise da eficiência do método adotado para apoio na tomada de decisão no que tange a decisão de compra, observável na Figura 9.

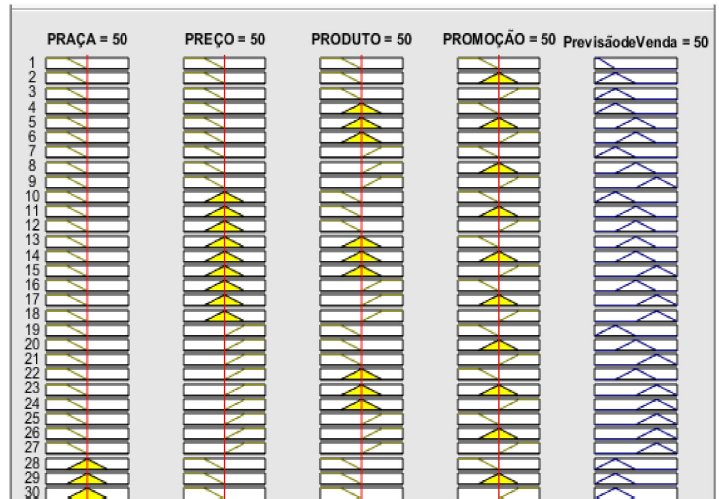


Figura 9: Resultado demonstrado a partir de inferências.

Fonte: Autores, (2017).

Ao se adotar valores hipotéticos os valores de entrada, considerando-os em percentuais, em que o valor adotado para a variável de entrada praça representa 20%, para preço 70%, para produto um valor de 90% e para promoção 15%, resultando em uma previsão de venda correspondente a 69%, ou seja, um cenário favorável para recompra.

Em uma segunda situação, ao se admitir o percentual de 10% para praça, 50% para preço, 10% para produto e 15% para a variável praça, resulta-se em uma saída equivalente a 25%, que corresponde a um cenário pouco favorável para recompra.

Em uma terceira simulação, adotando 95% para variável praça, 90% para preço, 90% para produto e 95% para a variável praça, resultando em percentual de 91,7% para a previsão de venda, representando um cenário excelente para recompra.

#### V. CONCLUSÃO

A aplicação do modelo de inferência fuzzy mostrou-se eficiente e de baixo grau de dificuldade para utilização por especialistas no que tange a previsão da demanda de venda para controle de estoque, em que se desenvolveu um sistema de mensuração de recompra que melhor auxilie na tomada de decisão.

Dessa forma, confere-se ao estudo caráter científico, com contribuição relevante na mensuração da previsão da demanda de venda, possibilitando apoio à tomada de decisão que pode atribuir à organização um fator competitivo e maior lucratividade.

#### VI. AGRADECIMENTOS

Ao Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia (ITEGAM) pelo apoio a essa pesquisa.

## VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] N. Slack, S. Chamber, and R. Johnston, **Administração de Produção**, 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- [2] H. Pozo, **Administração de recursos materiais e patrimoniais. Uma abordagem logística**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- [3] M. A. P. Dias, **Administração de Materiais: princípios, conceitos e gestão**. 5. Ed. – 2. reimpr. - São Paulo: Atlas, 2006.: Atlas, 2006.
- [4] P. G. Martins and P. R. C. Alt, **Administração de Materiais e Recursos Patrimoniais**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2009.
- [5] C. P. Chagas, S. Souza, and F. P. Simão, **A Relevância do Sistema Informatizado para Controle de Estoques na Gestão Empresarial: Um Estudo de Caso**, Quanta, 2009.
- [6] P. F. Fleury, **Conceito de logística integrada e supply chain management. Logística empresarial: a perspectiva brasileira**. São Paulo: Atlas, 2000.
- [7] J. J. Viana, **Administração de Materiais**. São Paulo: Atlas, 2000.
- [8] F. J. C. L. Costa, **Introdução à Administração de Materiais em sistemas informatizados**. São Paulo: [s.n.], 2002.
- [9] J. T. Luxhoj, J. O. Riis, and B. Stensballe, **A hybrid econometric-neural network modeling approach for sales forecasting**, Amsterdam International Journal of Production Economics. Elsevier Science B. V. n. 43, 1996.
- [10] J. Armstrong, **Standarts and practices for forecasting, In: armstrong, J. Principles of forecasting: a handbook for researchers and practitioners**, " Boston: Kluwer Academic Publishers, 2001.
- [11] P. G. Francischini and F. A. Gurgel, **Administração de materiais e do patrimônio**. São Paulo: Pioneira, 2002.
- [12] R. H. Ballou, **Gerenciamento da cadeia desuprimentos/ logística empresarial**. Tradução Raul Rubenich. – 5. Ed. – Porto Alegre: Bookman, 2006.
- [13] P. Kotler, **Marketing de serviços profissionais**. 2. Ed. São Paulo: Manole, 2002.
- [14] A. Rocha and C. Christensen, **Marketing: teoria e prática no Brasil**. São Paulo: Atlas, 1987.
- [15] F. P. S. Gonçalves, **O Impacto das Certificações de RSE sobre o Comportamento de Compra do Consumidor**, In: encontro nacional da associação nacional dos programas de pós-graduação em administração," Rio de Janeiro, ANPAD, 2008.
- [16] A. L. Las Casas, **Administração de Marketing: Conceitos, planejamento e aplicações à realidade brasileira**. São Paulo: Atlas, 2006.
- [17] C. W. J. Lamb, J. F. J. Hair, and C. McDaniel, **Princípios de Marketing**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.
- [18] P. Kotler and K. L. Keller, **Administração de Marketing**. 12 Ed. São Paulo: Pearson - Prentice Hall Brasil, 2006.
- [19] S. A. C. Fockink, **"Plano de marketing do mercado e açougue Fockink"**, Santa Rosa, 2006.
- [20] P. Kotler and G. Armstrong, **Princípios de Marketing**. 7 ed. Rio de Janeiro: Prentice – Hall do Brasil, 1998.
- [21] R. E. Stevens, **Planejamento de Marketing**. São Paulo: Makron Books, 2001.
- [22] C. C. Lee, **Fuzzy Logic in Control Systems: Fuzzy Logic Controller**, part I and II," IEEE Trans. on Systems, Man and Cybernetics, vol. 20, pp 404-435, 1990.
- [23] E. RUSS, P. SIMPSON, and R. DOBBINS, **Computational Intelligence PC tool**. London: AP Professional, 1996.
- [24] P. Albertos, **"Fuzzy Controllers - AI Techniques in Control "** Pergamon Press, 1992.
- [25] E. Cox, **The Fuzzy System Handbook: a Practitioner's Guide to Building, Using and Maintaining Fuzzy Systems**, 1994.
- [26] I. S. Shaw and M. G. C. e. M. F. Simões, **"Controle e Modelagem Fuzzy"**, São Paulo. Edgard Blücher; FAPESP, 1999.
- [27] R. Yager, S. Ovchinnikov, R. M. Tong, and N. H. T., **Fuzzy Sets and Applications: Wiley Interscience**, New York, 1987.
- [28] A. C. Gil, **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.



## New solution for resolution of the Economic Load Dispatch by different mathematical optimization methods, turning off the less efficient generators

Manoel Henrique Reis Nascimento<sup>1</sup>, Marcus Vinícius Alves Nunes<sup>2</sup>, Jorge Laureano Moya Rodríguez<sup>3</sup>, Jandecy Cabral Leite<sup>4</sup>, Jorge Almeida Brito Junior<sup>5</sup>

<sup>1,3,4,5</sup> Departamento de Pesquisa, Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia (ITEGAM).

<sup>2</sup> Faculdade de Engenharia Elétrica do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará (UFPA).

Email: [hreys@bol.com.br](mailto:hreys@bol.com.br), [mvan@ufpa.br](mailto:mvan@ufpa.br), [jorge.moya@itegam.org.br](mailto:jorge.moya@itegam.org.br), [jandecy.cabral@itegam.org.br](mailto:jandecy.cabral@itegam.org.br)

### ABSTRACT

The Economic Load Dispatch (ELD) is one of the most important tasks of optimization and operational decision for the in power systems. Traditional materials and methods have been developed to solve the economic dispatch. They allow you to determine the ideal combination of the output power of each generating unit, in order to meet the desired demand, without violating the restrictions. Traditional methodologies underutilize the capacity of the power plant by leaving all generators connected, in cases where demand is less than the total generation capacity of the plant, increasing total fuel costs. The objective of this work is to perform a comparison of several mathematical optimization methods (Lambda Iteration, Newton's Method and Quadratic Programming) in solving the ELD problem, considering the traditional methodology and the proposed methodology that includes turning off the less efficient generators.

**Keywords:** Mathematical Methods, Economic Load Dispatch, Thermoelectric Plants, Generator Shutdown.

### Nova solução para resolução do Despacho Econômico de Carga por diferentes métodos matemáticos de otimização, desligando os geradores menos eficientes

### RESUMO

O Despacho Econômico de Carga (ELD) é uma das tarefas mais importantes de otimização e decisão operacional para os sistemas de geração de energia. Os materiais e os métodos tradicionais têm sido desenvolvidos para dar solução ao despacho econômico. Eles permitem determinar a combinação ideal de potência de saída de cada unidade geradora, de modo a atender a demanda desejada, sem violação das restrições. Metodologias tradicionais subutilizam a capacidade da planta geradora de energia ao deixarem ligados todos os geradores, em casos que, a demanda é menor que a capacidade total de geração da usina, aumentando os custos totais de combustíveis. O objetivo deste trabalho é realizar um comparativo de diversos métodos matemáticos de otimização (Iteração Lambda, Método de Newton e Programação Quadrática) na resolução do problema do ELD, considerando a metodologia tradicional e a metodologia proposta que contempla o desligamento dos geradores menos eficientes.

**Palavras-chave:** Métodos Matemáticos, Despacho Econômico de Carga, Usinas termelétricas, Desligamento dos Geradores.

### I. INTRODUÇÃO

O problema do despacho econômico é minimizar simultaneamente o custo total e ao mesmo tempo satisfazer a demanda da planta produtora de eletricidade. O problema clássico do despacho econômico é fornecer a quantidade requerida de

potência ao menor custo possível [1], desde que satisfaçam as restrições de carga e operacional. Este problema é muito complexo para resolver devido à sua dimensão colossal, uma função objetivo não linear, e um grande número de restrições. Diversas técnicas como a programação inteira [2][3], a programação dinâmica [4][5], e as funções de Lagrange [6] tem

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/>



sido usadas para resolver o problema de despacho econômico. Outros métodos de otimização, tais como Recozido Simulado [7], Redes Neurais [8, 9], Algoritmos Genéticos [10], Otimização com Enxame de Partículas [11] e Algoritmo de Busca Tabu [12] também são praticados para resolver o problema de despacho econômico. Métodos com base nas aproximações matemáticas tem sido desenvolvidos para oferecer uma solução mais rapidamente [13][14]. Os algoritmos evolucionários multiobjetivo [15] [16] foram aplicadas ao problema em questão. Trabalhos de pesquisa [17, 18] incluindo restrições de emissão ao despacho econômico e seleção de máquinas tem sido feito, mas apenas com foco de minimização de custos. Recentemente, a fim de tornar os métodos numéricos mais convenientes para resolver os problemas de ELD, modernas técnicas de otimização [19-22] têm sido empregadas com sucesso para resolver o ELD como um problema de otimização não-suave.

Para [23], apresentam uma otimização por enxame de partículas (PSO) com um líder envelhecido e adversários (ALC-PSO) para a solução do problema de otimização do despacho de potência reativa.

Segundo [24], a não convexidade do problema do despacho ótimo de carga torna difícil garantir o ótimo global. De acordo com [25] apresentam um algoritmo evolutivo nomeado como algoritmo “*Cuckoo Search*” aplicado a problemas de despacho econômico de carga não convexos. Rajan *et al* [26], apresentam um novo algoritmo híbrido que combina o *Firefly Algorithm* (FA) e *Nelder Mead* (NM) método simplex para a resolução de problemas de Despacho de Potência Reativa Ótima (ORPD). O programa é desenvolvido em Matlab e o algoritmo híbrido proposto é examinado em dois sistemas de teste padrão IEEE para resolver os problemas ORPD. Para [27] apresentam uma metodologia para resolver o problema do ED (despacho econômico), considerando a incerteza de confiabilidade de geração dos geradores de energia eólica é apresentado. A correspondente função de distribuição de probabilidade (PDF) de geração de energia eólica disponível é discretizado e introduzida no problema de otimização, a fim de descrever probabilisticamente a geração de energia de cada unidade térmica, as limitações da energia eólica, ENS (energia não fornecida), o excesso de geração de potência, e o custo total de geração. O método proposto é comparado ao *Monte Carlo Simulation* (MCS) abordagem, sendo capaz de reproduzir o PDF de uma forma razoável, especialmente quando a confiabilidade do sistema não é levada em conta.

De acordo com [28], afirmam que em particular, a programação linear é a estratégia que apresenta o menor aumento em custos de envio, mas a estratégia baseada em algoritmos genéticos é a que melhor se minimiza os custos de operação diária e da demanda total de energia, do sistema.

Para [29], apresentam uma nova variante do algoritmo de otimização chamado “*teaching-learning-based optimization* (TLBO)”, os autores chamam a este novo algoritmo “*Gaussian bare-bones TLBO* (GBTLBO)” e além disso eles fazem uma versão modificada do mesmo (MGBTLBO) para o despacho ótimo de potência reativa (ORPD) com variáveis discretas e contínuas.

Para [30], afirma que o despacho econômico dinâmico (DED) é um dos problemas não-lineares mais complicados mostrando a característica não-convexa em sistemas de energia. Isto é devido ao efeito de “*valve point*” em funções de custo para as unidades geradoras, dos limites de gradiente de velocidade e as perdas de transmissão. Assim, a proposta de um método de solução eficaz para este problema de otimização é de grande interesse [31] afirmam que a solução dos problemas do Despacho Econômico (ED) depende, principalmente, da modelagem dos

geradores térmicos. As variações físicas, tais como o envelhecimento e temperatura ambiente afetam os parâmetros de modelagem e são inevitáveis. Como esses parâmetros são a espinha dorsal da solução do ED, a estimativa periódica desses coeficientes característicos é necessária para o um despacho de carga preciso.

O objetivo deste trabalho é realizar um comparativo de diversos métodos matemáticos de otimização (Iteração Lambda, Método de Newton e Programação Quadrática) na resolução do problema do ELD, considerando a metodologia tradicional e a metodologia proposta que contempla o desligamento dos geradores menos eficientes.

## II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### II.1 DESPACHO ECONÔMICO DE CARGA (ELD)

O ELD é uma das tarefas mais importantes no processo de otimização e decisão operacional, visto que o problema do despacho econômico consiste em minimizar simultaneamente o custo total, satisfazendo a demanda de potência ativa da planta produtora. O problema clássico do ELD visa assim fornecer a quantidade requerida de potência ao menor custo possível [1], desde que satisfaçam as restrições operacionais e de carga. Este é um problema muito complexo de ser resolvido devido a sua grande dimensão, por ter uma função objetivo não-linear e um grande número de restrições [25].

O custo do combustível e a eficiência do sistema de energia determinam os custos operacionais de produção da energia elétrica. Assim, o problema do ELD tornou-se uma tarefa muito importante na operação e planejamento de sistemas de energia. Seu principal objetivo é otimizar a geração de potência ativa a partir das unidades disponíveis, de modo que o custo total de geração é minimizado enquanto as restrições consideradas pelo sistema são satisfeitas [32].

O principal objetivo no problema do ELD é determinar o valor mais econômico para o despacho de carga no sentido de minimizar o custo de geração, de tal forma que no horizonte da programação as demandas das cargas  $P_D$  possam ser atendidas satisfazendo simultaneamente, as restrições de equilíbrio de potência e os limites de geração [33].

### II.2 MÉTODO DE ITERAÇÃO LAMBDA

Uma das técnicas tradicionais mais populares para resolver o problema do despacho econômico de carga (ELD) para minimizar o custo da unidade geradora é o método de iteração lambda. Embora o procedimento computacional da técnica de iteração lambda seja complexa, mas converge muito rápido em uma solução para este tipo de problema de otimização [34][35]. O Método iteração Lambda é mais convencional para lidar com a minimização do custo de geração de energia a qualquer demanda. Para um número grade de unidades, o método de iteração Lambda é mais preciso e curvas incrementais de custo mais precisas de toda as unidades são armazenados na memória.

### II.3 PROGRAMAÇÃO QUADRÁTICA SEQUENCIAL

Uma eficiente e precisa solução para o problema de despacho econômico não depende apenas do tamanho do problema, em termos do número de restrições e das variáveis de projeto, mas também depende das características da função objetivo e das restrições. Quando ambas as funções objetivo e restrições são funções lineares das variáveis de projeto, o

problema de despacho econômico é conhecido como um problema de programação linear. O problema de programação quadrática (QP) refere-se a minimização ou maximização de uma função objetivo quadrática que é linearmente restrita. O problema mais difícil de resolver é o problema de programação não-linear em que a função objetivo e as restrições podem ser funções não-lineares das variáveis de projeto. [36][37][38].

A QP é um método de otimização eficaz para encontrar a solução global, se a função objetivo é quadrática e as restrições são lineares. Pode ser aplicado à otimização de problemas com funções objetivo quadráticas e restrições não lineares através da aproximação das funções objetivo a função quadrática e as restrições a uma função linear. Para alguns problemas o objetivo e as restrições são quadráticos, assim as restrições devem ser linearizadas [39].

## II.4 MÉTODO DE NEWTON

O despacho econômico também pode ser resolvido por meio da observação de que o objetivo é sempre conseguir que  $\nabla L_x = 0$ . Uma vez que esta é uma função vectorial, o problema pode ser formulado como aquele de procurar uma correção que exatamente leve o gradiente a zero (isto é, a um vector, cujos elementos são iguais a zero). O método de Newton (MN) pode ser utilizado para encontrar isto [40] [41] [42].

Embora apenas localmente aplicáveis, o método de Newton fornece um padrão convencional que pode ser usado para medir as propriedades de convergência assintótica de qualquer método em particular da QP [37].

## III. MATERIAIS E MÉTODOS

### III.1 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA DO ELD

O problema do ELD pode ser formulado matematicamente como se segue, [25][43-47]:

$$\text{Minimizar } F = \sum_{i=1}^n f_i(P_i) \quad (1)$$

$$f_i(P_i) = a_i + b_i P_i + c_i P_i^2 \text{ (\$/h)} \quad (2)$$

onde  $a_i, b_i$  and  $c_i$  são os coeficientes de custos de cada unidade geradora,  $P_i$  é a potência de saída de cada gerador e  $n$  é o número de geradores.

A expressão acima depende do balanço das restrições de igualdades e desigualdades da potência de saída.

### III.2 RESTRIÇÕES DO ELD

Neste trabalho são consideradas as seguintes restrições:

- Restrição de igualdade em termos de balanço de potência.

Para um funcionamento estável, a potência real de cada gerador é limitada pelos limites inferior e superior. A seguinte equação é a restrição de igualdade [46], [48], [44]:

$$\sum_{i=1}^n P_i - P^D - P^L = 0 \quad (3)$$

onde  $P_i$  é a potência de saída de cada gerador  $i$ ,  $P^D$  é a demanda de carga e  $P^L$  são as perdas da transmissão.

Em outras palavras a geração total de potência deve cobrir a demanda total  $P^D$  e as perdas de potência reais das linhas de transmissão  $P^L$ . Assim:

$$\sum_{i=1}^n P_i = P^D + P^L \quad (4)$$

O cálculo das perdas de Potência  $P^L$  implica a resolução do problema de fluxo de carga, que tem restrições de igualdade na potência ativa e reativa em cada barra da seguinte forma [48] [49]:

$$P^L = \sum_{i=1}^n B_i P_i^2 \quad (5)$$

Aqui é aplicada uma redução para modelar as perdas de transmissão como uma função da saída dos geradores através dos coeficientes de perda de *Kron's* derivada da fórmula de perdas de *Kron's*.

$$P_L = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N P_{Gi} B_{ij} P_{Gj} + \sum_{i=1}^M B_{0i} P_{Gi} + B_{00} \quad (6)$$

onde  $B_{ij}$ ,  $B_{0i}$  e  $B_{00}$  são os coeficientes de perda de energia da rede de transmissão. Uma razoável precisão pode ser obtida quando as condições operacionais reais estão perto do caso base, de onde os coeficientes - *B* foram derivados [48][49].

- Uma restrição de desigualdade em termos de capacidade de geração.

Para um funcionamento estável, a potência real de cada gerador é determinada por limites inferior e superior. A restrição de desigualdade dos limites de saída do gerador é expressa a seguir:

$$P_{min.i} \leq P_i \leq P_{max.i} \quad (7)$$

onde:

$P_i$  - Potencia de saída do gerador  $i$

$P_{min.i}$  - Potencia mínima do gerador  $i$

$P_{max.i}$  - Potencia máxima do gerador  $i$

- Uma restrição de desigualdade em termos de entrega de combustível.

A cada intervalo, a soma de combustível fornecido a todas as unidades deve ser menor ou igual ao combustível fornecido pelo fornecedor [50].

$$\sum_{i=1}^n F_{im} - F_{Dm} = 0, m \in M \quad (8)$$

O combustível entregue a cada unidade em cada intervalo deve estar dentro de seu limite inferior  $F_{im}$  e o seu limite superior  $F_{max}$ . De modo que [50].

$$F_{im} \leq F_{im} \leq F_i^{max}, i \in N, m \in M \quad (9)$$

onde:

$F_{im}$  - Combustível fornecido á máquina  $i$  no intervalo  $m$

$F_i^{min}$  - Limite mínimo de entrega de combustível na máquina  $i$

$F_i^{max}$  - Limite máximo de entrega de combustível na máquina  $i$

$F_{Dm}$  - Combustível fornecido no intervalo  $m$

- Uma restrição de desigualdade em termos de limites de armazenagem de combustível.

O limite de armazenamento de combustível de cada unidade em cada intervalo deve estar dentro do seu limite inferior  $V_{min}$  e o seu limite superior  $V_{max}$ , de modo que:

$$V_{min} \leq V_{im} \leq V_{max} \quad (10)$$

$$V_{im} = V_{(m-1)} + F_{im} - t_m [\eta_i + \delta_i P_i + \mu_i P_i^2] \quad (11)$$

$$i \in N, m \in M,$$

onde:

$\eta_i, \delta_i$  e  $\mu_i$  são os coeficientes de consumo de combustível de cada unidade geradora.

### III.3 MÉTODO DO CUSTO INCREMENTAL DE COMBUSTÍVEL

Para o despacho ótimo, vamos aceitar que o custo incremental de cada unidade geradora seja igual ou seja:

$$\frac{\partial F_1}{\partial P_1} = \frac{\partial F_2}{\partial P_2} = \dots = \frac{\partial F_m}{\partial P_m} \quad (12)$$

$$\frac{\partial F_i}{\partial P_i} = \lambda \quad (13)$$

onde  $\lambda$  é o custo incremental de combustível.

A condição de otimização da eq. (13) se reduz a:

$$\frac{\partial F_i}{\partial P_i} = b_i + 2c_i P_i \quad (14)$$

$$\lambda = b_i + 2c_i P_i \quad (15)$$

A curva do custo incremental de combustível é visualizada na figura 1.

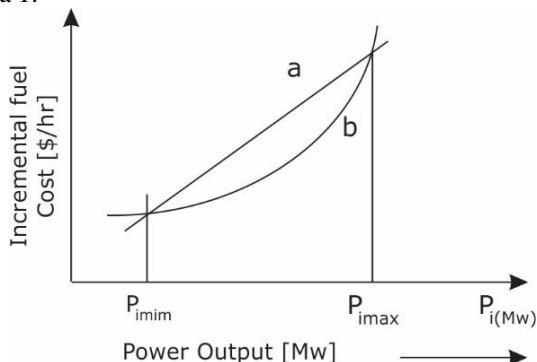


Figura 1: Curva do Custo Incremental do Gerador de  $i$ . Fonte: [47].

onde  $a$  são os valores de diferentes pontos da curva atual de custo incremental,  $b$  são os valores dos pontos de aproximação (linear) da curva de custo incremental.  $P_{i(Mw)}$  é o total de geração [51].

Para fins de despacho de carga, o custo geralmente é aproximado por um ou mais segmentos quadráticos, então a curva de custo de combustível na geração de potência ativa, toma uma forma quadrática.

Da Eq. (15), a potência gerada de cada unidade pode ser formulada como [52]:

$$P_i = \frac{\lambda - b_i}{2c_i} \quad (16)$$

Considerando as perdas de transmissão Eq. (6) da fórmula de Kron's, a condição de otimização (13), torna-se:

$$\frac{\partial F_i}{\partial P_i} + \lambda \frac{\partial P_L}{\partial P_i} = \lambda \quad (17)$$

$$\frac{\partial P_L}{\partial P_i} = 2 \sum_{j=1}^n B_{ij} P_j + B_{0i} \quad (18)$$

onde  $\frac{\partial P_L}{\partial P_i}$  é o custo incremental contemplando as perdas de transmissão para cada unidade geradora.

Colocando (14) e (18) em (17), é obtido [52]:

$$b_i + 2c_i P_i + 2\lambda \sum_{j=1}^n B_{ij} P_j + B_{0i} \lambda = \lambda \quad (19)$$

Da Eq. (19), a potência gerada de cada unidade pode ser formulada como:

$$P_i = \frac{\lambda(1-B_{0i}) - b_i - 2\lambda \sum_{j=1}^n B_{ij} P_j}{2(c_i + \lambda B_{ii})} \quad (20)$$

Podendo ser simplificado como:

$$P_i = \frac{\lambda - b_i}{2(c_i + B_{ii})} \quad (21)$$

### III.4 APLICAÇÃO DO MÉTODO DE ITERAÇÃO LAMBDA

O algoritmo detalhado do método de iteração lambda para resolução do problema do ELD é visualizado no fluxograma da figura 2:

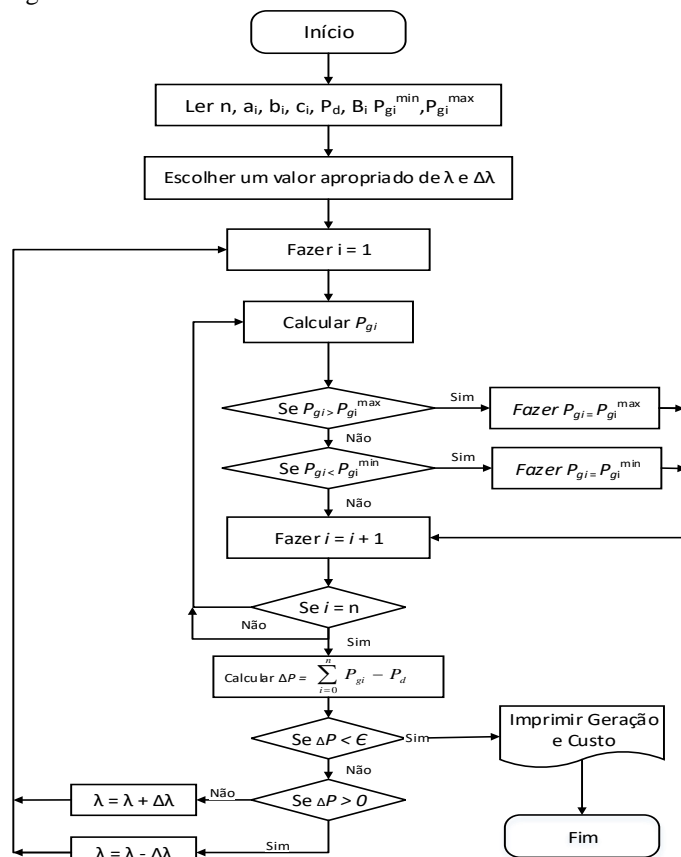


Figura 2: Método de Iteração lambda. Fonte: adaptado de [53].

Os passos do algoritmo do método de iteração Lambda ( $\lambda$ ) para resolver o problema de ELD é dado como se segue [54]:

1. Ler os dados do problema:
  - O número de geradores ( $n$ )
  - Os coeficientes de custo ( $a_i, b_i, c_i$ )
  - Os coeficientes de perdas ( $B_i$ )
  - Os limites de Potência ( $P_{gi}^{min}$  e  $P_{gi}^{max}$ )
  - A demanda de Potência ( $P_d$ )
2. Supor um valor inicial de  $\lambda$  e  $\Delta\lambda$  com a utilização das equações das curvas de custo.
3. Calcular a Potência gerada por cada unidade  $P_{gi}$
4. Checar os limites de geração de cada  $P_{gi}$  unidade:
  - $if P_{gi} > P_{gi}^{max}$  , set  $P_{gi} = P_{gi}^{max}$
  - $if P_{gi} < P_{gi}^{min}$  , set  $P_{gi} = P_{gi}^{min}$
5. Calcular a potência gerada.
6. Calcular a diferença na potência, que é dada pela seguinte equação:
 
$$\Delta P = \sum_{i=0}^{Ng} P_{gi} - P_d \quad (22)$$
7.  $if \Delta P < \epsilon$  (valor de tolerância), então parar os cálculos e calcular o custo de geração. Caso contrário, ir à próxima etapa.
8.  $if \Delta P > 0$  , então  $\lambda = \lambda - \Delta\lambda$



9. if  $\Delta P < 0$  , então  $\lambda = \lambda + \Delta\lambda$
10. Repetir o procedimento a partir do passo 3

### III.5 APLICAÇÃO DA PROGRAMAÇÃO QUADRÁTICA SEQUENCIAL

As equações e inequações não lineares são resolvidas através dos seguintes passos [55]:

*Etapa 1:* Para inicializar o procedimento e necessário alocar o limite inferior de potência de cada planta geradora, avaliar as perdas na transmissão e os coeficientes incrementais de perda e atualizar a demanda.

$$P_i = P_i^{min}, \quad x_i = 1 - \sum_{j=1}^n B_{ij} P_j \quad (23)$$

e,

$$PD^{new} = PD + P_L^{old} \quad (24)$$

*Etapa 2:* Substituir os coeficientes de custos incrementais e resolver o conjunto de equações lineares para determinar o custo de combustível incremental  $\lambda$  como:

$$\lambda = \frac{\sum_i^n 0,5 \times \frac{b_i}{a_i}}{P_D^{new} + \sum_i^n 0,5 \times \frac{b_i}{a_i}} \quad (25)$$

*Etapa 3:* Determinar a alocação de potência de cada planta

$$P_1^{new} = \frac{\lambda - \frac{b_i}{a_i}}{2 \times \left(\frac{a_i}{x_i}\right)} \quad (26)$$

Se a planta viola seus limites deve ser fixado esse limite e apenas as plantas restantes só devem ser consideradas para a próxima iteração.

*Etapa 4:* Checar a convergência

$$\left| \sum_i^n P_i - PD^{new} - P_L \right| \leq \epsilon \quad (27)$$

onde  $\epsilon$  é o valor de tolerância, para a violação de balance de potência.

*Etapa 5:* Executar as etapas 2-4 até que a convergência seja alcançada. Para todos os quatro passos acima o objetivo é quadrático, mas também as restrições são quadráticas, assim as restrições devem ser feitas lineares:

$$\text{Minimizar: } XH X^T + f^T X \quad (28)$$

Sujeita a:  $KX \leq R$  ,  $X^{min} \leq X \leq X^{max}$

$$X = [x_1, x_2, x_3, \dots, \dots, x_n]^n$$

$$f = [f_1, f_2, f_3, \dots, \dots, f_n]^n$$

$$R = [R_1, R_2, R_3, \dots, \dots, R_n]^T$$

$H$  é a matriz Hessiana de tamanho,  $n \times n$  e  $A$  é a matriz  $m \times n$  que representa as desigualdades. Para o despacho econômico com perdas o algoritmo de programação quadrática pode ser efetivamente implementado, definindo as matrizes  $H$ ,  $f$ ,  $K$  e  $R$ .

$$H = \text{diag} \left( \left[ \frac{a_1}{x_1}, \frac{a_2}{x_2}, \dots, \dots, \frac{a_n}{x_n} \right] \right) \quad (29)$$

$$f = \left[ \frac{b_1}{x_1}, \frac{b_2}{x_2}, \dots, \dots, \frac{b_n}{x_n} \right]$$

onde  $K$  é uma matriz:  $1 \times n$   $K = [1, 1, \dots, \dots, 1]$ , e  $R = PD + P_L^{old}$

O algoritmo detalhado da QP para resolução do problema do ELD é visualizado no fluxograma da figura 3.

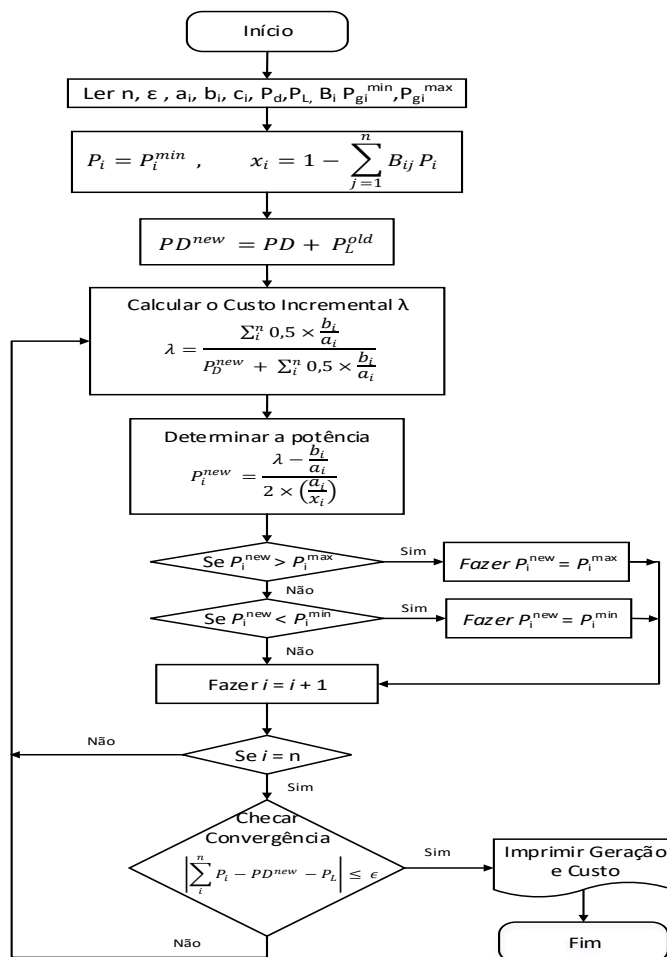


Figura 3: Fluxograma da QP.

Fonte: Autores, (2017).

### III.6 APLICAÇÃO DO MÉTODO DE NEWTON

O MN para uma função de mais de uma variável é desenvolvido como se segue [40-42]:

Supor que a função  $g(x)$  vai ser conduzida a zero. A função  $g$  é um vector e as incógnitas,  $x$ , são também vectores. Então para usar o método de Newton, é necessário fazer o seguinte:

$$g(x + \Delta x) = g(x) + [g'(x)]\Delta x = 0 \quad (30)$$

Se a função é definida como:

$$g(x) = \begin{bmatrix} g_1(x_1, x_2, x_3) \\ g_2(x_1, x_2, x_3) \\ g_3(x_1, x_2, x_3) \end{bmatrix} \quad (31)$$

Então:

$$g'(x) = \begin{bmatrix} \frac{\partial g_1}{\partial x_1} & \frac{\partial g_1}{\partial x_2} & \frac{\partial g_1}{\partial x_3} \\ \frac{\partial g_2}{\partial x_1} & \frac{\partial g_2}{\partial x_2} & \frac{\partial g_2}{\partial x_3} \\ \frac{\partial g_3}{\partial x_1} & \frac{\partial g_3}{\partial x_2} & \frac{\partial g_3}{\partial x_3} \end{bmatrix} \quad (32)$$

Que é a conhecida matriz Jacobiana. O ajuste a cada passo é então:

$$\Delta x = -[g'(x)]^{-1} g(x) \quad (33)$$

Agora, se a função  $g$  e o vetor gradiente:  $\nabla L_x$  então:

$$\Delta x = -inv \left[ \frac{\partial}{\partial x} \nabla L_x \right] \cdot \nabla L \quad (34)$$

Para o problema do despacho econômico, a expressão a usar é:

$$L = \sum_{i=1}^N F_i(P_i) + \lambda(P_{load} - \sum_{i=1}^N P_i) \quad (35)$$

e  $\nabla L$  é tal como foi definido antes. A matriz Jacobiana agora se torna um composto de segundas derivadas e é chamada a matriz Hessiana:

$$\left[ \frac{\partial}{\partial x} \nabla L_x \right] = \begin{bmatrix} \frac{d^2 L}{dx_1^2} & \frac{d^2 L}{dx_1 dx_2} & \dots \\ \frac{d^2 L}{dx_2 dx_1} & \dots & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \frac{d^2 L}{d\lambda dx_1} & \dots & \dots \end{bmatrix} \quad (36)$$

Geralmente, o MN vai resolver uma correção que é muito mais próxima do custo mínimo de geração em um passo do que seria o método do gradiente [42].

O algoritmo detalhado do Método de Newton para resolução do problema do ELD é visualizado no fluxograma da figura 4.

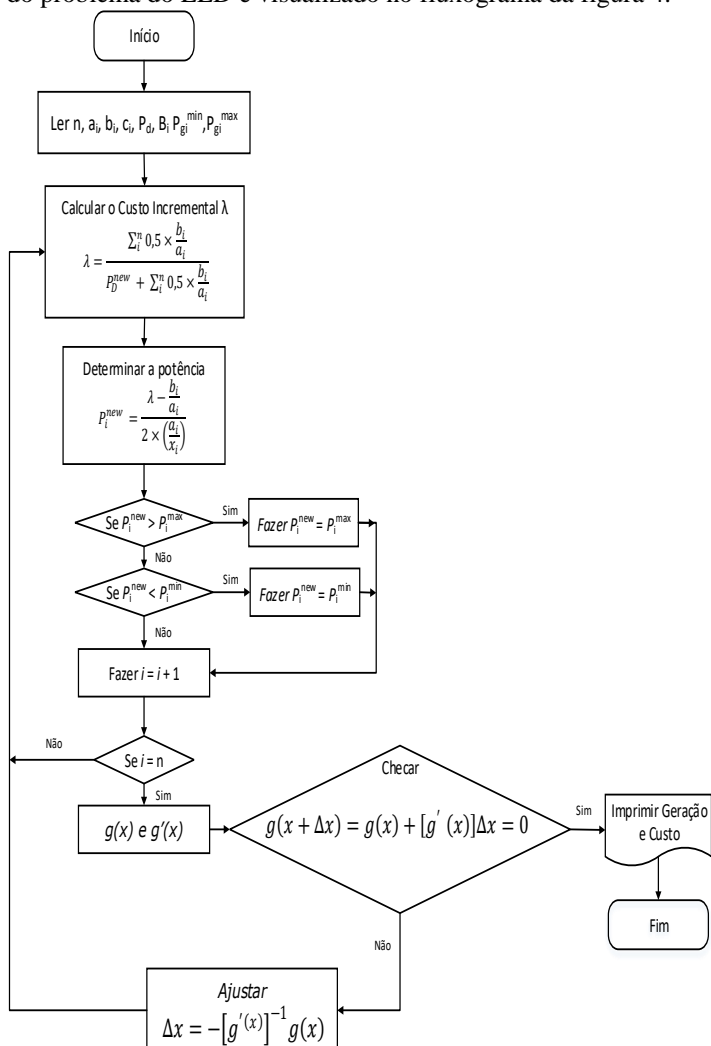


Figura 4: Fluxograma do Método de Newton. Fonte: Autores, (2017).

### III.7 CARACTERÍSTICAS DA PLANTA GERADORA

Para validar a robustez da solução com a utilização das técnicas propostas neste trabalho, foi realizado um comparativo com um Sistema de Teste contendo 15 unidades geradoras termais, denominadas (G1 à G15), com capacidade máxima de geração de 3542 Mw, as características das unidades geradoras são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Dados das Unidades Geradoras.

|            | $c_i$ (\$/M W <sup>2</sup> ) | $b_i$ (\$/M W) | $a_i$ (\$/M W) | $P_{min}$ (M W) | $P_{max}$ (M W) |
|------------|------------------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| <b>G1</b>  | 0.000299                     | 10.1           | 671            | 150             | 455             |
| <b>G2</b>  | 0.000183                     | 10.2           | 574            | 150             | 455             |
| <b>G3</b>  | 0.001126                     | 8.8            | 374            | 20              | 130             |
| <b>G4</b>  | 0.001126                     | 8.8            | 374            | 20              | 130             |
| <b>G5</b>  | 0.000205                     | 10.4           | 461            | 150             | 470             |
| <b>G6</b>  | 0.000301                     | 10.1           | 630            | 135             | 460             |
| <b>G7</b>  | 0.000364                     | 9.8            | 548            | 135             | 465             |
| <b>G8</b>  | 0.000338                     | 11.2           | 227            | 60              | 300             |
| <b>G9</b>  | 0.000807                     | 11.2           | 173            | 25              | 162             |
| <b>G10</b> | 0.001203                     | 10.7           | 175            | 25              | 160             |
| <b>G11</b> | 0.003586                     | 10.2           | 186            | 20              | 80              |
| <b>G12</b> | 0.005513                     | 9.9            | 230            | 20              | 80              |
| <b>G13</b> | 0.000371                     | 13.1           | 225            | 25              | 85              |
| <b>G14</b> | 0.001929                     | 12.1           | 309            | 15              | 55              |
| <b>G15</b> | 0.004447                     | 12.4           | 323            | 15              | 55              |

Fonte: Adaptado de [56].

Os coeficientes de perdas  $B_m$ , são definidos por uma matriz quadrada de tamanho  $n \times n$ , onde  $n$  é o número de geradores [56].

### IV RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados representam os valores de potência de saída ótima de cada unidade geradora, para uma demanda fixa de 2630 Mwh. As simulações foram realizadas em um processador Core i7 utilizando o Matlab r2014b.

Para as tabelas 2 e 3 tem-se a seguinte convenção de siglas:

M.T. – Metodologia tradicional, utilizando todos os geradores da Planta.

N.S. – Nova solução, desligando os geradores menos eficientes.

Na tabela 2, um comparativo de potência de saída para cada unidade geradora.

Tabela 2 – Comparativo de potência em Mw.

|            | Newton  |         | PQ      |         | Lambda  |         |
|------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|            | M. T.   | N. S.   | M. T.   | N. S.   | M. T.   | N. S.   |
| <b>G1</b>  | 455,00  | 455,00  | 455,00  | 455,00  | 238,46  | 399,60  |
| <b>G2</b>  | 455,00  | 455,00  | 455,00  | 455,00  | 278,76  | 455,00  |
| <b>G3</b>  | 130,00  | 130,00  | 130,00  | 130,00  | 130,00  | 130,00  |
| <b>G4</b>  | 130,00  | 130,00  | 130,00  | 130,00  | 130,00  | 130,00  |
| <b>G5</b>  | 232,82  | 470,00  | 287,14  | 470,00  | 347,08  | 470,00  |
| <b>G6</b>  | 460,00  | 460,00  | 460,00  | 460,00  | 253,98  | 425,61  |
| <b>G7</b>  | 465,00  | 465,00  | 465,00  | 465,00  | 291,98  | 465,00  |
| <b>G8</b>  | 60,00   | 0,00    | 60,00   | 0,00    | 300,00  | 0,00    |
| <b>G9</b>  | 25,00   | 0,00    | 25,00   | 0,00    | 162,00  | 0,00    |
| <b>G10</b> | 25,00   | 65,69   | 25,00   | 65,44   | 160,00  | 160,00  |
| <b>G11</b> | 74,85   | 0,00    | 44,30   | 0,00    | 80,00   | 0,00    |
| <b>G12</b> | 80,00   | 0,00    | 56,02   | 0,00    | 80,00   | 0,00    |
| <b>G13</b> | 25,00   | 0,00    | 25,00   | 0,00    | 85,00   | 0,00    |
| <b>G14</b> | 15,00   | 0,00    | 15,00   | 0,00    | 55,00   | 0,00    |
| <b>G15</b> | 15,00   | 0,00    | 15,00   | 0,00    | 55,00   | 0,00    |
| <b>Σ</b>   | 2647,67 | 2630,69 | 2647,47 | 2630,44 | 2647,26 | 2635,21 |

Fonte: Autores, (2017).

Para todos os métodos, a utilização da solução clássica que utiliza toda a capacidade da planta geradora tem-se um aumento da geração total de potência em relação a nova solução proposta que desliga os geradores menos eficientes atendendo a restrição de balanço de potência. Em média uma redução de 0,58% da potência total gerada. O método de iteração lambda foi o que apresentou a menor redução, 0,46% da potência total gerada. O método da programação quadrática apresentou a maior redução, 0,643% da potência total gerada.

Na figura 5, é visualizado o gráfico comparativo de potência total da planta.

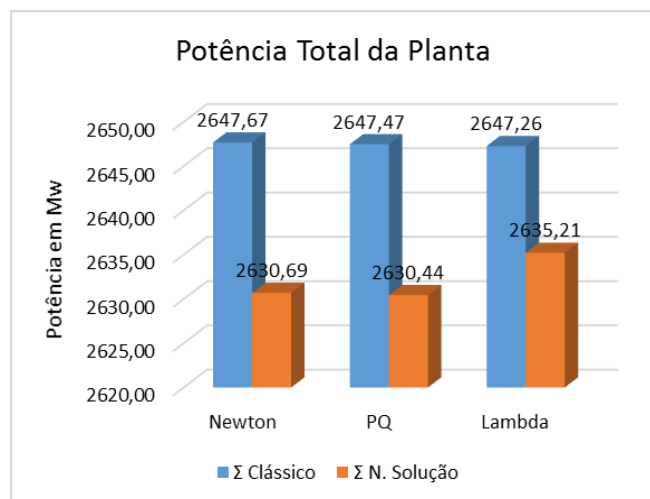


Figura 5: Potência total da planta.

Fonte: Autores, (2017).

O gráfico da figura 5, confirma que o desligamento dos geradores menos eficientes em todos os métodos testados trouxe uma redução da potência total gerada.

Na tabela 3, um comparativo de custo de combustível para cada unidade geradora.

Tabela 3 – Comparativo de custo de combustível.

|            | Newton   |          | PQ       |          | Lambda   |          |
|------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|            | M.T.     | N.S.     | M.T.     | N.S.     | M.T.     | N.S.     |
| <b>G1</b>  | 5328,40  | 5328,40  | 5328,40  | 5328,40  | 3096,43  | 4754,70  |
| <b>G2</b>  | 5252,89  | 5252,89  | 5252,89  | 5252,89  | 3431,53  | 5252,89  |
| <b>G3</b>  | 1537,03  | 1537,03  | 1537,03  | 1537,03  | 1537,03  | 1537,03  |
| <b>G4</b>  | 1537,03  | 1537,03  | 1537,03  | 1537,03  | 1537,03  | 1537,03  |
| <b>G5</b>  | 2893,39  | 5394,28  | 3464,15  | 5394,28  | 4095,37  | 5394,28  |
| <b>G6</b>  | 5339,69  | 5339,69  | 5339,69  | 5339,69  | 3214,59  | 4983,14  |
| <b>G7</b>  | 5183,71  | 5183,71  | 5183,71  | 5183,71  | 3440,45  | 5183,71  |
| <b>G8</b>  | 900,22   | 0,00     | 900,22   | 0,00     | 3617,42  | 0,00     |
| <b>G9</b>  | 453,50   | 0,00     | 453,50   | 0,00     | 2008,58  | 0,00     |
| <b>G10</b> | 443,25   | 883,07   | 443,25   | 880,31   | 1917,80  | 1917,80  |
| <b>G11</b> | 969,59   | 0,00     | 644,91   | 0,00     | 1024,95  | 0,00     |
| <b>G12</b> | 1057,28  | 0,00     | 801,95   | 0,00     | 1057,28  | 0,00     |
| <b>G13</b> | 552,73   | 0,00     | 552,73   | 0,00     | 1341,18  | 0,00     |
| <b>G14</b> | 490,93   | 0,00     | 490,93   | 0,00     | 980,34   | 0,00     |
| <b>G15</b> | 510,00   | 0,00     | 510,00   | 0,00     | 1018,45  | 0,00     |
| <b>Σ</b>   | 32449,65 | 30456,10 | 32440,39 | 30453,33 | 33318,42 | 30560,57 |

Fonte: Autores, (2017).

Na tabela 3, pode-se observar que com o desligamento dos geradores menos eficientes, a uma redução média de 6,84% do custo total de combustível, uma redução significativa, se considerado o custo por hora de geração.

Na figura 6, é visualizado o gráfico comparativo de custo de combustível total da planta.

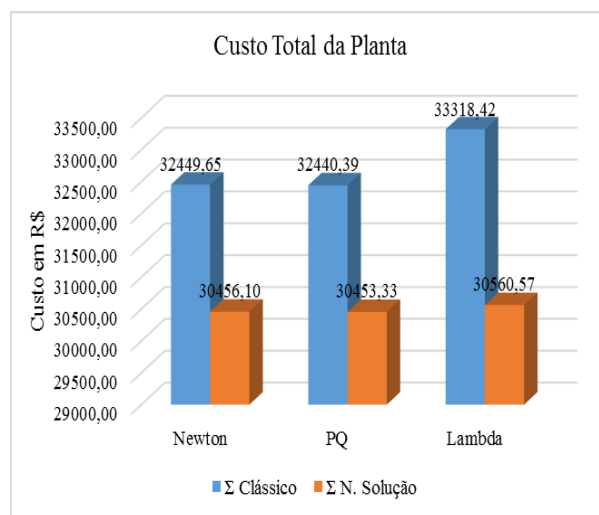


Figura 6: Custo total da planta.

Fonte: Autores, (2017).

## V. CONCLUSÃO

Neste artigo foi desenvolvida uma análise da resolução do problema de ELD em diferentes métodos matemáticos. O método de iteração lambda converge rapidamente, mas a complexidade aumenta na medida que o tamanho do sistema também aumenta. Além disso, o método lambda sempre requer fornecer ou encontrar a saída de potência de um gerador, e depois dar um custo incremental para esse gerador. Nos casos em que a função de custo é muito mais complexa, pode ser usado o método de Newton, mas o mesmo tem características de convergência para ótimos locais. O método da programação quadrática tem demonstrado ser uma ferramenta eficiente na resolução de problemas não lineares, principalmente onde existe um grau significativo de não linearidade.

O método da programação quadrática foi o método no qual se obteve o melhor resultado para o ELD, com uma redução média de 6,84% do custo total de combustível. Daí métodos diferentes têm diferentes aplicações.

A nova metodologia de desligamento dos geradores menos eficientes demonstrou ser uma eficiente técnica para redução de custos e desperdícios, permitindo ainda ao especialista da planta uma melhor manutenção preditiva nos geradores.

Para que a nova metodologia possa ser aplicável deve-se considerar que a capacidade total da planta geradora seja maior que a demanda de potência, permitindo o desligamento de alguns geradores.

O problema do despacho económico de carga foi resolvido usando a solução proposta. Foi analisado em um sistema de teste de uma usina geradora com 15 geradores ou motores. Os resultados obtidos concordam com o despacho de carga real.

## VI. AGRADECIMENTOS

Ao Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia (ITEGAM), a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) e a Universidade Federal do Pará (UFPA).

## VII. REFERÊNCIAS

- [1] Wood AJ and W. BF., *Power generation operation and control*. New York: John Wiley & Sons; 1984, 1984.

- [2] T. S. Dillon, K. W. Edwin, H. D. Kochs, and R.J. Taud, **Integer programming commitment with probabilistic reserve determination.** *IEEE Trans. Power Apparatus Syst.*, vol. 97, pp. 2154–2166, 1978.
- [3] L. L. Garver, **Power generation scheduling by integer programming-development of theory.** *IEEE Trans. Power Apparatus Syst. PAS* vol. 82, pp. 730-735, 1963.
- [4] P. G. Lowery, **Generating unit commitment by dynamic programming.** *IEEE Trans. Power Apparatus Syst. PAS*, vol. 85, pp. 422–426, 1996.
- [5] W. L. Snyder, H. D. Powell, and J.C. Rayburn, **Dynamic programming approach to unit commitment.** *IEEE Trans. Power Syst.*, vol. 2, pp. 339–350, 1987.
- [6] J. F. Bard, **Short-term scheduling of thermal-electric generators using Lagrangian relaxation.** *Operations Res.*, vol. 36 pp. 756–766, 1988.
- [7] C. C. F. K.P.Wang, **Simulated annealing based economic dispatch algorithm.** *IEE. Proc. C* vol. 140, pp. 507–513., 1993.
- [8] K. Y. Lee, A. Sode-Yome, and J. H. Park, **Adaptive Hopfield Neural Networks for economic load dispatch.** *IEEE Trans. Power Syst.*, vol. 13, pp. 519–526, 1998.
- [9] C. T. Su and C. T. Lin, **New approach with a Hopfield Modeling Framework to economic dispatch.** *IEEE Trans. Power Syst.*, vol. 15, pp. 541–545, 2000.
- [10] I. G. Damousis, A. G. Bakirtzis, and S. Dokopoulos, **Network-constrained economic dispatch using real-coded genetic algorithm.** *IEEE Trans. Power Syst.*, vol. 18, pp. 198–205, 2003.
- [11] A. I. S. Kumar, K. Dhanushkodi, J. J. Kumar, and C. K. C. Paul, **Particle swarm optimization solution to emission and economic dispatch problem.** in *IEEE Conference Tencon*, 2003, pp. paper ID-075.
- [12] F.-S. C. Whei-Min Lin, Ming-Tong Tsay, **Nonconvex economic dispatch by integrated artificial intelligence.** *IEEE Trans. Power syst.*, vol. 16 2001.
- [13] K. S. C. Palanichamy, **Economic thermal power dispatch with emission constraint.** *J. Indian Institute of Eng. (India)*, vol. 72, 1991.
- [14] C. Palanichamy and N. S. Babu, **Day-night weather-based economic power dispatch.** *IEEE Trans. Power Syst. 17 (no. 2) (May 2002)*, vol. 17, pp. 469–475, 2002.
- [15] J. S. Dhillon, S. C. Parti, and D.P.Kothari, **Multiobjective optimal thermal power dispatch.** *Electrical Power Energy Syst*, vol. 16, pp. 383–389, 1994.
- [16] R. T. F. A. King and H. C. S. Rughooputh, **Elitist multiobjective evolutionary algorithm for environmental/economic dispatch.** in *IEEE Congress on Evolutionary Computation* Canberra, Australia 2003, pp. 1108–1114.
- [17] C. M. Huang and H. Y.C., **Anovel approach to real-time economic emission power dispatch.** *IEEE Trans. Power Systems* vol. 18, pp. 288–294., 2003.
- [18] M. Muslu, **Economic dispatch with environmental considerations: tradeoff curves and emission reduction rates.** *Electric Power Syst. Res*, vol. 71, pp. 153–158. , 2004.
- [19] M. Basu, **A simulated annealing-based goal-attainment method for economic emission load dispatch of fixed head hydrothermal power systems.** *Int J Electr Power Energy Syst* vol. 27, pp. 147–153, 2005.
- [20] C. F. Lin WM, Tsay MT. , **An improved tabu search for economic dispatch with multiple minima.** *IEEE Trans Power Syst*, vol. 17, pp. 108–112., 2002.
- [21] W. L. Yuan X, Yuan T, Zhang Y, Cao B, Yang BA, **A modified differential evolution approach for dynamic economic dispatch with valve-point effects.** *Energy Convers Manage*, vol. 49, pp. 3447–3453, 2008.
- [22] F. M. Vasebi A, Bathaee SMT, **Combined heat and power economic dispatch by harmony search algorithm.** *Electr Power Energy Syst*, vol. 29, pp. 713–719, 2007.
- [23] R. P. Singh, V. Mukherjee, and S. P. Ghoshal, **Optimal reactive power dispatch by particle swarm optimization with an aging leader and challengers.** *Applied Soft Computing*, vol. 29, pp. 298-309, 4// 2015.
- [24] J. Tian, H. Wei, and J. Tan, **Global optimization for power dispatch problems based on theory of moments.** *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, vol. 71, pp. 184-194, 10// 2015.
- [25] D. K. M. Sahoo S., Prusty R. C., Barisal A. K., **Comparative analysis of optimal load dispatch through evolutionary algorithms.** *Ain Shams Engineering Journal*, vol. 6, pp. 107-120, 3// 2015.
- [26] A. Rajan and T. Malakar, **Optimal reactive power dispatch using hybrid Nelder–Mead simplex based firefly algorithm.** *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, vol. 66, pp. 9-24, 3// 2015.
- [27] G. J. Osório, J. M. Lujano-Rojas, J. C. O. Matias, and J. P. S. Catalão, **A probabilistic approach to solve the economic dispatch problem with intermittent renewable energy sources.** *Energy*, vol. 82, pp. 949-959, 3/15/ 2015.
- [28] D. Neves and C. A. Silva, **Optimal electricity dispatch on isolated mini-grids using a demand response strategy for thermal storage backup with genetic algorithms.** *Energy*, vol. 82, pp. 436-445, 3/15/ 2015.
- [29] M. Ghasemi, M. Taghizadeh, S. Ghavidel, J. Aghaei, and A. Abbasiyan, **Solving optimal reactive power dispatch problem using a novel teaching–learning-based optimization algorithm.** *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, vol. 39, pp. 100-108, 3// 2015.

- [30] E. E. Elattar, **A hybrid genetic algorithm and bacterial foraging approach for dynamic economic dispatch problem.** *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, vol. 69, pp. 18-26, 7// 2015.
- [31] S. Durai, S. Subramanian, and S. Ganesan, **Improved parameters for economic dispatch problems by teaching learning optimization.** *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, vol. 67, pp. 11-24, 5// 2015.
- [32] V. S. Aragón, S. C. Esquivel, and C. A. Coello Coello, **An immune algorithm with power redistribution for solving economic dispatch problems.** *Information Sciences*, vol. 295, pp. 609-632, 2/20/ 2015.
- [33] A. K. Barisal and R. C. Prusty, **Large scale economic dispatch of power systems using oppositional invasive weed optimization.** *Applied Soft Computing*, vol. 29, pp. 122-137, 4// 2015.
- [34] A. J. Wood and B. F. Wollenberg, **Power generation operation and control.** 2a ed. New York: John Wiley & Sons; 1984, 1984.
- [35] K. Revathy and Nithyanandham, **Economic dispatch using particle swarm optimizatio.** *International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering*, vol. 3, Special Issue 59-66., 2014.
- [36] R. Fletcher, **Practical methods of optimization.** 2nd edition, John Wiley & Sons, New York, NY, 1987.
- [37] P. T. Boggs and J. W. Tolle, **Sequential quadratic programming for large scale nonlinear optimization.** *Journal of Computational and Applied Mathematics*, Vol. 124, No. 1-2, pp. 123-137, 2000.
- [38] M. A. Rodríguez-Toral, W. Morton, and D. R. Mitchell, **The use of new SQP methods for the optimization of utility systems.** *Computers and Chemical Engineering*, Vol. 25, No. 2-3, pp. 287-300, 2001.
- [39] R. M. S. Dhanraj and F. Gajendran, **Quadratic programming solution to Emission and Economic Dispatch Problem.** *Journal of the Institution of engineers (India), pt EL*, Vol. 86 pp.129-132, 2005, 2005.
- [40] K. T. Chu, **A direct matrix method for computing analytical Jacobians of discretized nonlinear integro-differential equations.** *Journal of Computational Physics*, vol. 228, pp. 5526-5538, 8/20/ 2009.
- [41] D. A. Knoll and D. E. Keyes, **Jacobian-free Newton-Krylov methods: a survey of approaches and applications.** *Journal of Computational Physics*, vol. 193, pp. 357-397, 1/20/ 2004.
- [42] N. G. Rahul Dogra, Harsha Saroa, **Economic Load Dispatch Problem and Matlab Programming of Different Methods.** *International Conference of Advance Research and Innovation (ICARI-2014)*, 2014.
- [43] D. C. Secui, **A new modified artificial bee colony algorithm for the economic dispatch problem.** *Energy Conversion and Management*, vol. 89, pp. 43-62, 1/1/ 2015.
- [44] N. I. Nwulu and X. Xia, **Multi-objective dynamic economic emission dispatch of electric power generation integrated with game theory based demand response programs.** *Energy Conversion and Management*, vol. 89, pp. 963-974, 1/1/ 2015.
- [45] C. Palanichamy and N. S. Babu, **Analytical solution for combined economic and emissions dispatch.** *Electric Power Systems Research*, vol. 78 pp. 1129-1137, 2008.
- [46] D. Aydin, S. Özyön, C. Yaşar, and T. Liao, **Artificial bee colony algorithm with dynamic population size to combined economic and emission dispatch problem.** *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, vol. 54, pp. 144-153, 1// 2014.
- [47] M. H. R. Nascimento, M. V. A. Nunes, J. L. M. Rodríguez, and J. C. Leite, **A new solution to the economical load dispatch of power plants and optimization using differential evolution.** *Electrical Engineering*, pp. 1-11, 2016// 2016.
- [48] L. Wang and C. Singh, **Environmental/economic power dispatch using a fuzzified multi-objective particle swarm optimization algorithm.** *Electric Power Systems Research*, vol. 77, pp. 1654-1664, 10// 2007.
- [49] Hadi Saadat, **Power System Analysis.** New York, 1999, 1999.
- [50] M. Basu, **Fuel constrained economic emission dispatch using nondominated sorting genetic algorithm-II.** *Energy*, vol. 78, pp. 649-664, 12/15/ 2014.
- [51] A. Dhamanda, A. Dutt, S. Prakash, and A. K. Bhardwaj, **A Traditional Approach to Solve Economic Load Dispatch Problem of Thermal Generating Unit Using MATLAB Programming.** *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, vol. Vol. 2 Issue 9, September - 2013, pp. 3147 - 3152, 2013.
- [52] D. O. Dike, M. I. Adinfono, and G. Ogu, **Economic Dispatch of Generated Power Using Modified Lambda Iteration Method.** *IOSR Journal of Electrical and Electronics Engineering (IOSR-JEEE)*, vol. 7, pp. PP 49-54, 2013.
- [53] A. Dhamanda, A. Dutt, S. Prakash, and A. K. Bhardwaj, **A Traditional Approach to Solve Economic Load Dispatch Problem of Thermal Generating Unit Using MATLAB Programming.** *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, vol. 2 2013.
- [54] S. K. Dewangan, A. Jain, and A. P. Huddar, "A Traditional Approach to Solve Economic Load Dispatch Problem Considering the Generator Constraints," *IOSR Journal of Electrical and Electronics Engineering (IOSR-JEEE)*, vol. 10, pp. 27-32, 2015.

- [55] H. M. D. Devendra Bisen, Manjaree Pandit, B. K. Panigrahi, **Solution of Large Scale Economic Load Dispatch Problem using Quadratic Programming and GAMS: A Comparative Analysis.** *Journal of Information and Computing Science*, vol. Vol. 7, No. 3, pp. 200-211, 2012.
- [56] G. Zwe-Lee, **Particle swarm optimization to solving the economic dispatch considering the generator constraints.** *IEEE Transactions on Power Systems*, vol. 18, pp. 1187-1195, 2003.



## Ergonomic approach in a painting process of a electroplating company situated in the Industrial Pole of Manaus

Hormino Mendes Contente Neto<sup>1</sup>, Jandecy Cabral Leite Junior<sup>2</sup>, Worlen Ferreira Gimack<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup>Laureate International Universities – UNINORTE – Av. Djalma Batista, 2100 – N. Sr<sup>a</sup>. das Graças, Plaza Shopping. Manaus – AM.

<sup>2</sup>Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia (ITEGAM) – Av. Joaquim Nabuco, 1950, Centro. Manaus – AM.

Email: [horminoneto@hotmail.com](mailto:horminoneto@hotmail.com), [juniorcabral929@hotmail.com](mailto:juniorcabral929@hotmail.com), [worlen\\_gimack@hotmail.com](mailto:worlen_gimack@hotmail.com)

**Received:** June 12<sup>th</sup>, 2017

**Accepted:** September 25<sup>th</sup>, 2017

**Published:** September 30<sup>th</sup>, 2017

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

Nowadays, companies are increasingly looking to improve their production processes, qualifying their employees, offering adequate training to carry out industrial operations. Improvement of working method is part of the daily life in a factory, which produces goods or services. It is through continuous improvement that organizations seek to achieve their goals and targets set within a specific schedule. The ergonomic analysis is responsible for indicating the performance standards of the employee in a particular work, determining the risks of the activity, the posture adopted in the accomplishment of the activity and its biomechanical movements. This study is an ergonomic analysis done in a job in a company of the industrial pole of Manaus, which in turn works in the electroplating business and is responsible for bathing in metal parts. The work has been done in one sector of the company and the name of the process is black powder box lock painting of electric gate. Through photos and videos of the process, it was possible to identify the main biomechanical movements performed by the collaborator. Environmental data were measured and classified as adequate or inadequate. After performing the simple ergonomic analysis without tools, there was a need to suggest improvements for the work station analyzed.

**Keywords:** Ergonomic analysis, productive processes, biomechanical movements.

### Abordagem Ergonômica em um processo de pintura de uma empresa de galvanoplastia localizada no Polo Industrial de Manaus

#### RESUMO

Nos dias atuais, as empresas buscam cada vez mais aperfeiçoar seus processos produtivos, qualificando seus colaboradores, oferecendo treinamento adequado para a realização das operações industriais. Melhoria de método de trabalho faz parte do cotidiano de uma fábrica, que produz bens ou serviços. É através da melhoria contínua, que as organizações buscam alcançar seus objetivos e metas estabelecidas dentro de um cronograma específico. A análise ergonômica é responsável por indicar os padrões de desempenho do colaborador em um determinado posto de trabalho, determinando os riscos da atividade, a postura adotada na realização da atividade e seus movimentos biomecânicos. Este estudo trata-se de uma análise ergonômica feita em um posto de trabalho em uma determinada empresa do polo industrial de Manaus, que por sua vez, trabalha no ramo de galvanoplastia e é responsável pelo banho em peças de metal. O trabalho foi feito em um setor da empresa e o nome do processo é pintura a pó de caixa preta de trava de portão elétrico. Através de fotos e vídeos do processo, foi possível identificar os principais movimentos biomecânicos realizados pelo colaborador. Os dados ambientais foram mensurados e classificados como adequado ou inadequado. Após realizada a análise ergonômica simples sem aplicação de ferramentas, houve a necessidade de sugestão de melhorias para o posto de trabalho analisado.

**Palavras Chaves:** Análise ergonômica, processos produtivos, movimentos biomecânicos.

## I. INTRODUÇÃO

Em geral a maioria das empresas utilizam de processos produtivos ou administrativos que exijam um certo esforço do colaborador. Esses movimentos de trabalho realizados de forma inadequada podem gerar uma série de consequências negativas ao trabalhador e a empresa. Por exemplo, um trabalhador pode sofrer um acidente de trabalho ou pode desenvolver uma doença relacionada ao trabalho, tendo como causa principal, o esforço repetitivo e a forma inadequada de realizar a atividade.

Hoje em dia, muitos trabalhadores estão desenvolvendo doenças relacionadas ao trabalho, e ficam um período afastado da empresa, gerando um custo bastante significativo, pois é uma mão de obra que está sendo paga e não está sendo utilizada.

Uma análise ergonômica pode trazer informações muito importantes para um gestor de uma empresa, uma vez que, com a realização de uma avaliação, a empresa pode tomar ações preventivas e evitar uma série de custos desnecessários que em alguns casos, pode levar a empresa à beira da falência dependendo de como a empresa afetou de forma negativa as funções do trabalhador, às vezes impossibilitando-o de atuar em algumas áreas, fazendo com que o mesmo tenha limitações em realizar outras atividades, por decorrência do trabalho realizado de forma errada.

No caso, a empresa, pode ser multada e sofrer processos judiciais movidos pelo funcionário. Uma forma simples de prevenção a essas consequências, começa a partir de uma avaliação ergonômica dos postos de trabalho, coletando informações dos colaboradores sobre seus métodos e possíveis sugestões de melhoria, para que facilite o processo e não cause desconforto ao realizar uma certa tarefa.

Os postos de trabalho tem que estar de acordo com as normas regulamentadoras de Higiene e Segurança do Trabalho e Ergonomia. São as chamadas NR's.

Este estudo trata-se de uma pesquisa feita em um posto de trabalho em uma empresa de galvanoplastia do Polo Industrial de Manaus e avalia o método de trabalho realizado em um processo de pintura a pó, tendo também os dados da produção, os riscos recorrentes e os possíveis impactos gerados à saúde do trabalhador.

## II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### II.1 HISTÓRICO DA ERGONOMIA

Historicamente o projeto do posto de trabalho surgiu antes da Ergonomia, ou seja, surgiu com o trabalho, e este, como sabemos, é tão antigo quanto a humanidade.

A Ergonomia como ciência teve suas origens em estudos e pesquisas na área da Fisiologia do Trabalho, mais especificamente na fadiga e no consumo energético provocado pelo trabalho. Os efeitos da ergonomia sempre acompanharam o homem em suas atividades, tornando-as mais leves e mais eficientes. Porém, somente se afirmou como ciência em meados do século XX.

Em 12 de julho de 1949, um grupo de cientistas e pesquisadores se reuniu na Inglaterra, para discutir e formalizar a existência de uma nova área de aplicação interdisciplinar da ciência [1]. As primeiras medidas e observações sistemáticas do trabalho foram desenvolvidas por engenheiros, organizadores do trabalho, pesquisadores e médicos, sendo que os engenheiros e organizadores o fazem numa perspectiva de aperfeiçoamento do rendimento do homem no trabalho [2].

## II.2 DEFINIÇÕES DE ERGONOMIA

A palavra Ergonomia deriva do grego Ergon [trabalho] e nomos (normas, regras, leis). Trata-se de uma disciplina orientada para uma abordagem sistêmica de todos os aspectos da atividade humana. De acordo com [3], a Ergonomia é o estudo científico da relação entre o homem e seu ambiente de trabalho. Nesse sentido, o termo “ambiente” abrange não apenas o meio propriamente dito em que o homem trabalha, mas também os instrumentos, as matérias-primas, os métodos e a organização desse trabalho. Relacionada a tudo isso está a natureza do próprio indivíduo, que inclui suas habilidades, capacidades e limitações.

### II.3 OBJETIVOS DA ERGONOMIA

A ergonomia estuda vários aspectos: a postura e os movimentos corporais (sentados, em pé, empurrando, puxando e levantando cargas), fatores ambientais (ruídos, vibrações, iluminação, clima, agentes químicos), informação (informações captadas pela visão, audição e outros sentidos), relações entre mostradores e controles, bem como cargos e tarefas (tarefas adequadas, interessantes).

A conjugação adequada desses fatores permite projetar ambientes seguros, saudáveis, confortáveis e eficientes, tanto no trabalho quanto na vida cotidiana. A ergonomia baseia-se em conhecimentos de outras áreas científicas, como a antropometria, biomecânica, fisiologia, psicologia, toxicologia, engenharia mecânica, desenho industrial, eletrônica, informática e gerência industrial. Ela reuniu, selecionou e integrou os conhecimentos relevantes dessas áreas, para desenvolver métodos e técnicas específicas para aplicação desses conhecimentos na melhoria do trabalho e das condições de vida, tanto dos trabalhadores, como da população em geral [4].

No ambiente de trabalho, a ergonomia é essencial para a produtividade e qualidade, uma vez que a aplicação desses conhecimentos científicos em diversas áreas auxiliam na construção de métodos de trabalho eficientes sem risco à saúde do trabalhador, bem como evita possíveis acidentes. Em relação aos seus objetivos, a ergonomia busca a segurança, satisfação e o bem-estar dos trabalhadores no seu relacionamento com sistemas produtivos [1].

### II.4 BIOMECÂNICA

A Biomecânica é a disciplina da ergonomia dedicada ao estudo do corpo humano, das forças que atuam no corpo, considerando este como uma estrutura que funciona segundo as leis da mecânica. O corpo humano é considerado um equipamento, que produz movimentos rápidos e precisos, transforma alimentos variados em energia, possui capacidade de adaptação, e além de tudo se regenera quando avariado, porém, para efeito de estudo, pode ser visto como uma máquina, formado por uma estrutura rígida, com articulações e com sistemas tracionadores [4].

De acordo com [5], as forças aplicadas ao corpo podem ser divididas em dois tipos, as forças externas e as forças internas, onde, as forças externas são aquelas exercidas na superfície do corpo e as forças internas são geradas pelos músculos e tendões e são reação às externas.

Segundo [6], a biomecânica ocupacional preocupa-se com os movimentos corporais e forças relacionadas ao trabalho, preocupa-se com as interações físicas do trabalhador, com o seu posto de trabalho, máquinas, ferramentas e materiais, visando reduzir os riscos de distúrbios músculos esqueléticos, analisando basicamente a questão das posturas corporais no trabalho, a



aplicação de forças, bem como as suas consequências aos trabalhadores.

## II.5 ASPECTOS AMBIENTAIS

### II.5.1 TEMPERATURA

Do ponto de vista térmico, a medida em que o meio se torna hostil, maiores serão as exigências de termorregulação. O trabalhador, instintivamente, procura melhorar seu conforto, o que pode afetar sua atenção durante a atividade específica que está realizando e favorecer, assim, a distração e as consequentes perdas de eficiência e segurança no trabalho [7].

Conforto térmico, segundo [8], relaciona seis variáveis principais: a atividade, a vestimenta, a temperatura média radiante, a temperatura, a velocidade e a umidade do ar. A temperatura é um indício do fluxo de calor que exprime o grau de calor ou frio num lugar ou num corpo, cujas sensações produzidas no corpo humano são dependentes do grau de umidade do ar ambiente e da velocidade do vento [9].

Conforme [10], a temperatura é um ponto que deve merecer o maior cuidado quando se busca criar condições ambientais de trabalho adequadas; há temperaturas que oferecem sensação de conforto, enquanto outras promovem sensações desagradáveis e até prejudiciais à saúde. Ainda segundo o autor, em ambientes de temperatura elevada ocorre redução na velocidade das reações e diminuição da agilidade mental, o que aumenta a possibilidade de acidentes, além de afetar significativamente o rendimento.

### II.5.2 LUMINOSIDADE

Conforto visual, segundo [11], é entendido como a existência de um conjunto de condições em determinado ambiente, no qual o ser humano pode desenvolver suas tarefas visuais com o máximo de acuidade (medida da habilidade do olho humano em discernir detalhes) e precisão visual. A claridade do ambiente de trabalho é determinada não apenas pela intensidade da luz mas, também, pelas distâncias e pelo índice de reflexão das paredes, teto, piso, máquinas e mobiliário.

Um bom sistema de iluminação, com uso adequado de cores e a criação de contrastes, pode produzir um ambiente agradável, onde as pessoas trabalhem confortavelmente, com pouca fadiga, monotonia e acidentes, produzindo com maior satisfação [12]. Quando a luz emitida por uma fonte atinge uma superfície, esta será iluminada; assim, iluminância (E), é a medida da quantidade de luz incidente numa superfície por unidade de área; sua unidade é lúmen m<sup>-2</sup> ou lux (lx) [13].

### II.5.3 RUÍDO

A presença de ruídos, os chamados barulhos, no ambiente de trabalho pode perturbar e, com o tempo a exposição pode provocar a surdez ocupacional. Os sintomas iniciais apresentados nos trabalhadores é a dificuldade de entender e falar nestes ambientes ruidosos. O ruído é um fenômeno físico que, no caso da acústica, indica uma mistura de sons cujas frequências não seguem nenhuma lei precisa. De acordo com [4], o ruído provoca interferência nas comunicações e redução da concentração que podem ocorrer até com ruídos considerados baixos, geralmente apresenta consequências de distúrbios gastrintestinais, irritabilidade, vertigens, nervosismo, aceleração do pulso, aumento da pressão arterial, contração dos vasos sanguíneos e músculos, surdez.

As perturbações nas comunicações e no trabalho intelectual ocorrem a partir dos 80 dB (A) de ruído, isso pode acontecer até mesmo nos níveis de ruído que não provocam

surdez, pois geralmente estes ruídos são provocados por máquinas, equipamentos e pessoas [4].

A tabela 1 apresenta recomendações sobre os limites máximos de ruídos permitidos para cada tipo de atividade.

Tabela 1: Limites máximos de ruídos que não provocam perturbações nas atividades.

| Tipo de atividade                     | dB (A) |
|---------------------------------------|--------|
| Trabalho físico pouco qualificado     | 80     |
| Trabalho físico qualificado           | 75     |
| Trabalho físico de precisão           | 70     |
| Trabalho rotineiro de escritório      | 70     |
| Trabalho de alta precisão             | 60     |
| Trabalho em escritórios com conversas | 60     |
| Concentração mental moderada          | 55     |
| Grande concentração mental (projeto)  | 45     |
| Grande concentração mental (leitura)  | 35     |

Fonte: [4].

## II.6 NR 17

No Brasil a Norma Regulamentadora de segurança do trabalho em ergonomia é a NR17. Segue abaixo alguns itens da norma sobre as condições ambientais de trabalho conforme [14].

### 17.5. Condições ambientais de trabalho.

17.5.1. As condições ambientais de trabalho devem estar adequadas às características psicofisiológicas dos trabalhadores e à natureza do trabalho a ser executado.

17.5.2. Nos locais de trabalho onde são executadas atividades que exijam solicitação intelectual e atenção constantes, tais como: salas de controle, laboratórios, escritórios, salas de desenvolvimento ou análise de projetos, dentre outros, são recomendadas as seguintes condições de conforto:

- níveis de ruído de acordo com o estabelecido na NBR 10152, norma brasileira registrada no INMETRO;
- índice de temperatura efetiva entre 20oC (vinte) e 23oC (vinte e três graus centígrados);
- velocidade do ar não superior a 0,75m/s;
- umidade relativa do ar não inferior a 40 (quarenta) por cento.

17.5.2.1. Para as atividades que possuam as características definidas no subitem 17.5.2, mas não apresentam equivalência ou correlação com aquelas relacionadas na NBR 10152, o nível de ruído aceitável para efeito de conforto será de até 65 dB (A) e a curva de avaliação de ruído (NC) de valor não superior a 60 dB.

17.5.2.2. Os parâmetros previstos no subitem 17.5.2 devem ser medidos nos postos de trabalho, sendo os níveis de ruído determinados próximos à zona auditiva e as demais variáveis na altura do tórax do trabalhador.

17.5.3. Em todos os locais de trabalho deve haver iluminação adequada, natural ou artificial, geral ou suplementar, apropriada à natureza da atividade.

17.5.3.1. A iluminação geral deve ser uniformemente distribuída e difusa.

17.5.3.2. A iluminação geral ou suplementar deve ser projetada e instalada de forma a evitar ofuscamento, reflexos incômodos, sombras e contrastes excessivos.

17.5.3.3. Os níveis mínimos de iluminamento a serem observados nos locais de trabalho são os valores de iluminâncias estabelecidos na NBR 5413, norma brasileira registrada no INMETRO.

17.5.3.4. A medição dos níveis de iluminação previstos no subitem 17.5.3.3 deve ser feita no campo de trabalho onde se realiza a tarefa visual, utilizando-se de luxímetro com fotocélula corrigida para a sensibilidade do olho humano e em função do ângulo de incidência.

17.5.3.5. Quando não puder ser definido o campo de trabalho previsto no subitem 17.5.3.4, este será um plano horizontal a 0,75m (setenta e cinco centímetros) do piso.

### III. MATERIAIS E MÉTODOS

A classificação desta pesquisa é definida como pesquisa aplicada. Em relação à forma de abordagem é definida como quantitativa e qualitativa, pois incluem dados numéricos e informações não numéricas para análise do problema. A classificação quanto aos fins é: Descritiva e Exploratória. Em relação aos meios é classificada como um estudo de caso.

#### III.1 POPULAÇÃO DA PESQUISA.

- ✓ 60 funcionários entre seus operadores, supervisores e gerentes em todos os setores da fábrica.
- ✓ 10 tipos de serviços diferentes oferecidos pela empresa.
- ✓ 20 postos de trabalho relacionando todos os serviços.

#### III.2 AMOSTRA DA POPULAÇÃO

- ✓ 1 colaborador
- ✓ 1 posto de trabalho

#### III.3 COLETA DE DADOS

Foi realizada a coleta de dados da produção da empresa. Os dados apresentam fotos e vídeos do processo de tintura a pó. Foi descrita também a organização do trabalho, incluindo o tempo de trabalho efetivo, produção horária, ciclo de trabalho, produção por minuto, taxa de ocupação e taxa de repouso em relação à atividade realizada pelo colaborador em seu posto de trabalho e suas respectivas descrições biomecânicas dos movimentos realizados e situações inadequadas observadas no processo e no setor.

#### III.4 RECURSOS UTILIZADOS

Para a pesquisa foram utilizados os seguintes recursos:

- ✓ Celular;
- ✓ Prancheta;
- ✓ Calculadora;
- ✓ Termômetro;
- ✓ Decibelímetro
- ✓ Luxímetro

### IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### IV.1 DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE PINTURA

O operador realiza a atividade cíclica. O processo é realizado em um tempo de 1 minuto e 18 segundos, ou seja, 78 segundos, porém cada ciclo é feita a pintura de 10 caixas pretas de trava de portão elétrico. Com isso temos um Tempo de ciclo de 7,8 segundos por peça. Há um equipamento que controla a quantidade de tinta à pintura a pó.

#### IV.2 EQUIPAMENTO DE CONTROLE DE TINTA

Para um controle da quantidade de tinta na peça (caixa preta de portão elétrico) o equipamento abaixo realiza esse controle e é injetada somente a quantidade suficiente para a pintura conforme a figura 1 abaixo.



Figura 1: Equipamento de Controle de tinta.

Fonte: Autores, (2017).

#### IV.3 TABELA DE JORNADA DE TRABALHO

Segue abaixo na tabela 2 a jornada de trabalho durante um turno na empresa.

Tabela 2: Jornada de Trabalho.

| JORNADA DE TRABALHO | ENTRADA 07:00 | SAÍDA 17:00 | TOTAL 10 HORAS |
|---------------------|---------------|-------------|----------------|
| PAUSA DE MANHÃ      | INICIO 09:00  | FIM 09:10   | 10 MINUTOS     |
| ALMOÇO              | INÍCIO 12:00  | FIM 13:00   | 60 MINUTOS     |
| PAUSA DE TARDE      | INÍCIO 15:00  | FIM 15:10   | 10 MINUTOS     |

Fonte: Autores, (2017).

#### IV.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Foi coletado alguns dados do posto de trabalho e depois foi montada a tabela de organização do trabalho conforme a tabela 3.

Tabela 3: Organização do Trabalho.

|                           |        |               |
|---------------------------|--------|---------------|
| Tempo de trabalho efetivo | 8.67   | Horas         |
| Produção por turno        | 2000   | Peças         |
| Produção horária          | 230.68 | Peças/horas   |
| Produção por minuto       | 3.84   | Peças/minuto  |
| Ciclo de trabalho         | 15.626 | Peças/segundo |
| Ciclo de trabalho real    | 7.8    | Segundos/peça |
| Taxa de ocupação          | 0,4992 | 49,92%        |
| Taxa de repouso           | 0,5008 | 50,08%        |

Fonte: Autores, (2017).

#### IV.5 FOTOS DO POSTO DE TRABALHO

Para uma abordagem ergonômica do posto de trabalho, se fez necessário tirar fotos dos movimentos biomecânicos do colaborador. A Figura 2 mostra o colaborador realizando o movimento de extensão de braço e ombro para encaixar a gancheira com as peças.



Figura 2: Extensão de braço e ombro.  
Fonte: Autores, (2017).

A figura 3 mostra o colaborador realizando uma rotação de tronco. Ele faz esse movimento para pintar do lado as caixas de portão elétrico.



Figura 3: Rotação de tronco.  
Fonte: Autores, (2017).

Na figura 4 o colaborador faz o movimento de rotação lateral do pescoço para pintar a frente da peça.



Figura 4: Rotação lateral de pescoço.  
Fonte: Autores, (2017).

Na figura 5, para pintar as peças que estão na parte de cima da cabine, o colaborador realiza o movimento de flexão de braço externo.



Figura 5: Flexão de Braço externo.  
Fonte: Autores, (2017).

A figura 6 mostra o colaborador retirando a gancheira com as peças, realizando o movimento biomecânico de elevação de braço. Ele faz a pintura de cada caixa em 7,8 segundos, e armazena ao lado da cabine para a secagem. Cada gancheira tem a capacidade de armazenamento de 10 caixas pretas de portão elétrico.



Figura 6: Elevação de Braço.  
Fonte: Autores, (2017).

A figura 7 mostra o movimento biomecânico realizado para pintar a parte de baixo das caixas, ele faz uma preensão palmar seguido de uma flexão da servical.



Figura 7: Preensão palmar e flexão da servical.  
Fonte: Autores, (2017).

#### IV.6 DADOS AMBIENTAIS

Foram medidos 3 principais dados ambientais do setor de pintura a pó da empresa. Os resultados encontrados se encontram abaixo conforme a tabela 4.

Tabela 4: Dados Ambientais do Setor de Pintura.

| Condições Ambientais | Referência  | Valor Medido | Situação   |
|----------------------|---|--------------|------------|
| Iluminamento         | NR 17 – 17.5.2 - NBR 8995-1:2013<br>A partir de 300 Lux | 355 Lux      | Adequado   |
| Ruído                | NR17 – 17.5.2<br>Até 85 dB(A)                           | 90 dB(A)     | Inadequado |
| Temperatura          | NR 15 - Anexo 3<br>Trabalho moderado<br>Até 26,7°C      | 32°C         | Inadequado |

Fonte: Autores, (2017).

#### IV.7 SITUAÇÕES INADEQUADAS

- ✓ Ambiente de trabalho com temperatura acima de 24 graus Celsius. Temperatura entre 30 e 35 graus;
- ✓ A falta do uso de luvas para a atividade;
- ✓ A falta de EPI's auricular, pois o ambiente produz bastante ruído;
- ✓ Falta de uma máscara para a realização da atividade;
- ✓ Altura do suporte para as peças elevada.

#### IV.8 SUGESTÕES DE MELHORIA

- ✓ 1- utilizar equipamento de proteção individual (EPI). Protetor Auricular.
- ✓ 2- Colocar o suporte de forma vertical para horizontal para que o colaborador não faça movimentos de agachamento e rotação de tronco.
- ✓ 3- Realizar ginástica laboral (2 vezes por turno)
- ✓ 4- Colocar o suporte em uma altura mais baixa para que a atividade seja realizada para que o braço não ultrapasse o ângulo de 90 graus.

#### V. CONCLUSÃO

Após a realização de fotos do processo de pintura a pó da empresa estudada, conclui-se que o colaborador realiza diversos movimentos biomecânicos durante um ciclo de trabalho. Tais movimentos repetitivos durante uma jornada de trabalho podem causar desconfortos no colaborador ao final do dia. No caso do posto de pintura a taxa de ocupação é de 49,92%, ou seja, o operador do posto consegue atingir a meta de produção muito antes do final do turno e o mesmo é designado para outras atividades ou a pintura de outros tipos de peças no mesmo local de trabalho. As condições ambientais do setor de pintura foram

mensuradas e os valores dos nível de ruído e temperatura estão acima dos limites de tolerância de acordo com a NR 17.5, exigindo do colaborador o uso de EPI's. Em relação ao conforto do posto de trabalho, o mesmo é considerado inadequado, porém podem ser feitas melhorias para torna-lo adequado. De acordo com a observação do processo e o nível de repetição dos movimentos biomecânicos realizados pelo colaborador, pode-se afirmar que o risco ergonômico em relação à atividade é considerado baixo, visto que o funcionário realiza outras tarefas dentro da empresa

#### VI. REFERÊNCIAS

- [1] Iida, Itiro. **Ergonomia, projeto e produção**. São Paulo: Edgard Blucher LTDA, 2002.
- [2] Laville, A. **Ergonomia**. Trad.: Márcia Maria Neves Teixeira. São Paulo: Edusp, 1977.
- [3] Palmer, Colin. **Ergonomia**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1976.
- [4] Dul, J., Weerdmeester, B. **Ergonomia Prática**. Tradução de Itiro Iida. 2. ed. São Paulo. Edgard Blücher, 2004.
- [5] Moro, A. R. P. **Análise Biomecânica da Postura Sentada: Uma Abordagem Ergonômica do Mobiliário Escolar**. 2000. Tese (Doutorado em Educação Física) UFSM, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- [6] Iida, I. **Ergonomia: Projeto e Produção**. São Paulo: editora Edgard Blucher, 2005.
- [7] Couto, H. A. **Ergonomia aplicada ao trabalho – O manual técnico da máquina humana**. Belo Horizonte: Ergo Editora, 1995, 353 p.
- [8] Rivero, R. **Acondicionamento térmico natural – Arquitetura e clima**. Porto Alegre: DCL, 1986. 240p.
- [9] Minetti, L. J.; Souza, A. P.; Machado, C. C.; Baêta, F. C.; Fiedler, N. C. **Análise da influência de fatores climáticos no corte florestal com motosserra**. Revista *Árvore*, Viçosa, v.22, n.4, p.527-534, 1998.
- [10] Verdussen, R. **Ergonomia: a racionalização humanizada do trabalho**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1978. 161p.
- [11] Lamberts, R.; Philippi, P. C.; Mendes, N. **Estudo do comportamento higrótérmico de material de construção: desenvolvimento de modelos para um código genérico de transferência de calor**. Florianópolis: UFSC, 1997. 189p. Tese Doutorado.
- [12] Iida, I. **Ergonomia; projeto e produção**. São Paulo: Edgard Blucher, 1990. 465p.
- [13] Santos, N. **Ergonomia e segurança industrial**. <http://www.eps.ufsc.br/ergon/disciplinas/EPSS225>. 22 agosto 2002.
- [14] Norma Regulamentadora NR 17 Ergonomia Disponível em: <http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr17.htm>



## NR12 adaptation of the embroidery machine in a Manaus industry

Vilson Feleol da Mota<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laureate International Universities (UNINORTE). Av. Joaquim Nabuco, 1270, Centro, Manaus – AM Brasil, CEP:69020-030

Email: [evailton.andrade@uninorte.com.br](mailto:evailton.andrade@uninorte.com.br)

Received: August 10<sup>th</sup>, 2017

Accepted: September 25<sup>th</sup>, 2017

Published: September 30<sup>th</sup>, 2017

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

This article aims to present technical measures taken to adapt to NR 12 in a factory in the Industrial District, describing the risks present in the operations and the solutions of operational improvements of machines, equipment and installations of safety devices and protections. The solutions presented in this study aim to comply with the requirements of Regulatory Norm NR 12, in order to preserve the health and physical integrity of all employees. The results perceived in this adaptation were the increase of the confidence of the employees in their work environment, the mitigation of the risks within the labor area, the improvement of the organization of the productive layout.

It is concluded that compliance with the standard is necessary because it brings benefits to both the employees and the employer of this plant.

**Keywords:** NR 12, adequacy, Safety, Embroidery machine.

### Adequação da NR12 da bordadeira de bancada em uma indústria de Manaus

### RESUMO

Este artigo tem por objetivo apresentar medidas técnicas tomadas para adequação à NR 12 em uma fábrica no Distrito Industrial, descrevendo os riscos presentes nas operações e as soluções de melhorias operacionais de máquinas, equipamentos e instalações de dispositivos de segurança e proteções. As soluções apresentadas neste estudo visam cumprir as exigências da Norma Regulamentadora NR 12, com o intuito de preservar a saúde e a integridade física de todos os colaboradores. Os resultados percebidos nesta adequação foram o aumento da confiança dos colaboradores em seu ambiente de trabalho, a mitigação dos riscos dentro da área laboral, a melhoria da organização do layout produtivo. Conclui-se que a adequação à norma se faz necessária por trazer benefícios tanto aos empregados quanto ao empregador desta fábrica.

**Palavras-chave:** NR 12, Adequação, Segurança, Bordadeira de Bancada.

### I. INTRODUÇÃO

A Norma Regulamentadora NR 12, publicada em 1978, foi elaborada com o intuito de definir referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores. Com a evolução de métodos e processos esta Norma está em constante atualização para poder suprir as necessidades apresentadas.

A NR 12, cita: "... estabelece requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças do trabalho nas fases de projeto e de utilização de máquinas e equipamentos de todos os tipos, e ainda à sua fabricação, importação, comercialização, exposição e cessão a qualquer título, em todas as atividades econômicas, sem prejuízo da observância do disposto nas demais Normas Regulamentadoras - NR aprovadas pela Portaria n.º 3.214, de 8

de junho de 1978, nas normas técnicas oficiais e, na ausência ou omissão destas, nas normas internacionais aplicáveis."

A fábrica "X", situada na Rua Jutai – Distrito Industrial I, Manaus – AM, 69075-130, do ramo da colchoaria vinha apresentando problemas de ordem legal, tendo sido autuada pelo Ministério do Trabalho devido a não adequação à NR 12 [1].

A fim de regularizar a situação da fábrica, evitando assim o seu embargo, fez-se necessária ação corretiva de acordo com os seguintes tópicos da norma: arranjo físico e instalações, instalações e dispositivos elétricos, dispositivos de partida, acionamento e parada, sistemas de segurança, dispositivos de parada de emergência, manutenção, inspeção, preparação, ajuste, reparo e limpeza, sinalização e manuais.

No dia 12 de Janeiro de 2017 foram publicadas no Diário Oficial algumas mudanças no DOU relativa à fiscalização. A

norma sempre foi alvo de discussão pelo fato da alta fiscalização sobre as empresas, buscando aumentar a segurança da utilização das máquinas, a mudança principal estabelecida no Diário foi a questão do prazo para regulamentação.

No que tange a adequação à NR 12 em uma fábrica no Distrito Industrial de Manaus, a necessidade inicial foi suprida por ações conjuntas entre empregado e empregador para sanar todas as deficiências apontadas no auto de infração recebido pela distinta fábrica.

## II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### II.1 NR 12

A segurança do trabalho é um tema que vem sendo amplamente abordado tanto dentro do contexto histórico brasileiro como mundial, e tendo em vista a adaptação à globalização e a evolução industrial, este assunto vem conquistando uma abordagem ainda mais normatizada e moderna.

A importância da Segurança para o trabalhador está intrínseca dentro dos valores da sociedade atual, no entanto, sua importância está muito além, visto que dependendo dos motivos que levem ao acidente e sua gravidade, altíssimos custos são direcionados ao empregador e não simplesmente à previdência, gerando assim uma série de danos conjuntos [2]: “O que não podemos seguir assistindo é a utilização dos recursos gerais, carregados ao orçamento da seguridade social, para financiamento das prestações decorrentes de acidentes do trabalho cujo custeio deve ser feito exclusivamente pelas empresas”.

Uma das maiores dificuldades dentro deste campo profissional é conscientizar tanto o empregado quanto o empregador da importância de medidas voltadas à garantia da segurança do trabalhador, devido ao descaso com a legislação ou mesmo falta de organização que ainda é notada em alguns setores. Balera aponta que “o número de acidentes de trabalho ocorridos no Brasil é uma estatística desconhecida porque, acredita o autor, a sociedade convive com a subnotificação. As estatísticas oficiais já um pouco ultrapassadas dos organismos internacionais situam o Brasil como campeão mundial dos acidentes do trabalho”.

Tendo em vista tal cenário, é evidente a importância das 36 Normas Regulamentadoras da Segurança do Trabalho. As NR's, como são conhecidas, tem a finalidade de regulamentar e fornecer informações sobre procedimentos obrigatórios que estejam relacionados à Segurança e a Medicina do Trabalho, e todas são embasadas em padrões internacionais de proteção [3]: “Normas Regulamentadoras são instrumentos legais editados pelo Ministério do Trabalho e Emprego, que norteiam as obrigações dos estabelecimentos de qualquer natureza em relação a medicina e a segurança do trabalhador, e cujo não cumprimento pode resultar em multa, notificação ou interdição do estabelecimento.”

A primeira publicação das Normas Regulamentadoras aconteceu no final da Década de 1970, obrigando empresas e indústrias a cumprirem e fazerem cumprir normas de Segurança do Trabalho.

Neste artigo em particular, trataremos especificamente da adequação à Norma Regulamentadora 12, que aborda o tema Proteção de Máquinas e Equipamentos. A NR 12 define as referências, técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores que lidam com máquinas e equipamentos [4]: “A industrialização no Brasil na década de 70, gerou impactos sociais e econômicos, e um dos fatores que mais impactou na economia foi a criação de larga escala de máquinas operatrizes, como prensas, guilhotinas, cilindros e calandras, sendo estas com acesso fácil as partes perigosas não havendo os dispositivos apropriados de segurança, deixando o Brasil em primeira colocação em

acidentes de trabalho mundial naquela época. E ainda hoje se encontra entre os dez países em que mais ocorrem acidentes no setor industrial”.

O Ministério do Trabalho e do Emprego (MTE) é a autoridade regulamentadora sobre segurança e saúde no trabalho. A CLT - Consolidação das Leis do Trabalho – considera obrigação legal para os empregadores a Lei nº 6.514/77 relativa à segurança e medicina do trabalho e outras providências, especificamente para os fabricantes de bens de capital a seção XI – Das Máquinas e Equipamentos, os Artigos 184, 185 e 186 da CLT.

A Norma Regulamentadora 12 está regulamentada na Lei nº 6.514/77, especificamente na seção XI – Das Máquinas e Equipamentos, os Art. 184, 185 e 186 da CLT. A primeira publicação da NR 12 ocorreu em 08 de Junho de 1978, pela Portaria GM nº 3.214. A atualização no contexto do corpo da NR 12 foi publicada em 17 de dezembro de 2010, pela Portaria SIT nº 197. O último anexo (Anexo XII) foi inserido na norma e publicado em 08 de dezembro de 2011, pela Portaria SIT nº 293. A última atualização da NR 12 foi publicada pela Portaria nº 1.893 de 09 de Dezembro de 2013.

Para identificação, projeto e instalação de medidas de segurança de máquinas e equipamentos são empregados as seguintes Normas:

- Equipamentos de parada de emergência: A finalidade desta Norma é especificar os requisitos funcionais que devem ser cumpridos pelo equipamento de parada de emergência, para atender os requisitos essenciais de segurança (NBR 13759);

- Prevenção de partida inesperada: Esta Norma fornece aos projetistas de máquinas e comitês técnicos, encarregados do trabalho de preparação de normas técnicas sobre segurança de máquinas, uma vista geral de medidas incorporadas ao equipamento, com a finalidade de impedir a partida inesperada (NBR 14154);

- Proteções fixas e móveis;

- Dispositivos de Intertravamento associado às proteções: A finalidade básica desta Norma é servir de guia para projetistas de máquinas e redatores de normas tipo C, em como projetar ou selecionar dispositivos de intertravamento associados a proteções. Pode também ser usada, como um guia no controle do risco, onde não houver normas do tipo C, para um tipo de equipamento em particular [5];

- Folgas mínimas para evitar esmagamento de partes do corpo humano.

Para um melhor entendimento do processo necessário para adequação é importante entender as ações prioritárias relativas a NR 12 e suas respectivas ordens cronológicas dentro do projeto, de acordo com a NR 12.

A seguir serão apresentadas as etapas para o início da adequação para todas as empresas:

**1. A empresa deve estar Regularizada com Registro no CREA:** Capítulo 12.123, alínea “d” da NR-12, lei nº 5.194, de 24 de dezembro de 1966, resolução nº 218, de 29 de junho de 1973 – CONFEA, lei nº 6.496, de 07 de dezembro de 1977, lei nº 6.839, de 30 de outubro de 1980, resolução nº 336, de 27 de outubro de 1985 – CONFEA, resolução nº 1.048, de 14 de agosto de 2013 – CONFEA.

**2. A empresa deve ter Responsável Técnico:** Capítulo 12.30, da NR-12, lei nº 5.194, de 24 dez de 1966, lei nº 6.496, de 07 dez de 1977.

**3. Inventário de Máquinas e Equipamentos Localizados e m Planta Baixa:** Capítulo-12.153 da NR-12, manter o inventário atualizado com o seguinte conteúdo mínimo: a) Identificação da máquina e equipamento; b) Descrição geral (tipo, fabricante, modelo, características); c) Capacidade, produtividade, tempo de operação por dia, operadores envolvidos; d) Diagnóstico com relação a NR-12 (sistema de segurança); e)

Previsão da adequação; f) Recursos financeiros para a adequação; g) Localização em planta baixa (layout).

**4. Análise de Riscos:** Capítulo 12.39, alínea “a” da NR-12.

**5. Emissão da ART:** Capítulo 12.39, alínea “b” da NR-12, lei nº 6.496, de 07 de dezembro de 1977.

Outro ponto importante a ressaltar é a respeito dos prazos de adequação, que diferem de acordo com a “idade” da máquina ou equipamento.

- **Para máquinas novas** adquiridas antes da Portaria nº 197 de 17/12/2010 a responsabilidade cabe a quem adquiriu realizar a adequação das máquinas para atender aos requisitos e exigências contidas na NR-12, conforme Portaria nº 197 de 17/12/2010, corpo da Norma e seus Anexos. Já para máquinas ou equipamentos adquiridos depois da Portaria nº 197 de 17/12/2010 a responsabilidade recai sobre o fornecedor/fabricante adequar a máquina para atender aos requisitos e exigências contidas na NR 12.

- **Para máquinas usadas** adquiridas antes e depois da Portaria nº 197 de 17/12/2010 a responsabilidade recai a quem adquiriu adequar a máquina para atender aos requisitos e exigências contidas na NR 12, conforme Portaria nº 197 de 17/12/2010, corpo da norma e seus anexos.

Em se tratando de dispositivos de segurança temos:

- **Proteções Fixas:** Proteção mantida em sua posição (isto é fechada), permanentemente (por solda, etc.) ou por meio de fixadores (parafusos, porcas, etc.) tornando sua remoção ou abertura impossível, sem o uso de ferramentas;

- **Proteções Móveis:** Geralmente estão vinculadas à estrutura da máquina ou elemento de fixação adjacente, por meios mecânicos, (por exemplo, basculantes ou deslizantes) que pode ser aberta sem o auxílio de ferramentas;

- **Chaves de Segurança:** Dispositivos usados geralmente em proteções móveis que quando for aberta interrompe seu ciclo de trabalho e a mantém parada, após ser fechada a proteção, a máquina poderá ser acionada novamente;

- **Comando Bi manual:** Requer o acionamento simultâneo com as duas mãos do operador inibindo que suas mãos não estarão na área de risco, devem estar em altura adequada a postura ergonômica do operador, para prevenir burla a distância mínima entre os botões deve estar maior do que a distância entre a mão e o cotovelo ou ultrapassando 550mm, outro método de impedir a burla é a colocação de abas sobre os botões de acionamento;

- **Chave Geral:** Todo equipamento que possuir energia elétrica de fonte externa devem possuir chave geral localizada em local de fácil acesso e que evite o acionamento acidental e proteja a as suas partes energizadas;

**Sistemas de Transmissão:** Destaca-se que as partes móveis e de transmissão de movimentos devem permanecer sempre enclausuradas dentro da estrutura da máquina, sendo que a mesma possua uma chave de segurança, onde que quando for aberta esta venha a interromper o funcionamento da máquina.

## II.2 A IMPORTÂNCIA DA SEGURANÇA DO TRABALHO NAS ORGANIZAÇÕES

A Segurança do Trabalho é um conjunto de ciências e tecnologias que buscam a proteção do trabalhador em seu local de trabalho, no que se refere à questão da segurança e da higiene do trabalho. Seu objetivo básico envolve a prevenção de riscos e de acidentes nas atividades de trabalho visando a defesa da integridade da pessoa humana [6].

Além da saúde do trabalhador a empresa estende seus cuidados no Ambiente e as condições de trabalho, visando proporcionar conforto e segurança na execução das atividades. São feitos investimentos diversos quanto aos Equipamentos de Proteção Individual - EPI'S e no ambiente [7].

Uma empresa precisa constituir equipe de Segurança do Trabalho porque é exigido por lei. Por outro lado, a Segurança do Trabalho faz com que a empresa se organize, aumentando a produtividade e a qualidade dos produtos, melhorando as relações humanas no trabalho. Existe uma ampla legislação sobre Segurança e Saúde no Trabalho, especialmente na área trabalhista e previdenciária [8].

Inicialmente temos a Constituição Federal que enfatiza em seu Capítulo II (Dos Direitos Sociais), artigo 6º e 7º, incisos XXII, XXIII, XXVIII e XXXIII dispõe, especificamente, sobre segurança e saúde dos trabalhadores.

A Consolidação das Leis do Trabalho - CLT dedica o seu Capítulo V à Segurança e Medicina do Trabalho, de acordo com a redação dada pela Lei 6.514, de 22 de dezembro de 1977 [9].

Na CLT os artigos 154 a 223, estão voltados a essa questão, sendo de estrema "concorrência" a competência para legislar sobre o assunto, que encontra-se entre a União, os Estados e o Distrito Federal, conforme CF, art. 24, XII). A competência da União limita-se a estabelecer normas gerais. Isso, no entanto, não exclui a competência complementar dos Estados.

Inexistindo lei federal sobre normas gerais, os Estados exercerão a competência legislativa plena, para atender às suas peculiaridades. A superveniência de lei federal sobre normas gerais suspende a eficácia da lei estadual, no que lhe for contrário (CF, art. 24, §§ 1º ao 4º).

Através da CLT, podemos perceber que a Segurança e Medicina do Trabalho deverá está presente em todos os locais de trabalho, não desobrigando as empresas do cumprimento de outras disposições que, com relação à matéria, sejam incluídas em códigos de obras ou regulamentos sanitários do Estados ou Municípios em que se situem os respectivos estabelecimentos, bem como daquelas oriundas de convenções coletivas de trabalho.

A CLT busca resumir a Segurança e Medicina do Trabalho em todas as áreas de mercado, onde tenta prevê as mais diversas situações, passando deste de "equipamentos de proteção individual", até "das caldeiras, fornos e recipientes sob pressão". Ficando claro que, dúvidas sempre surgirão, para isso há uma continuidade na legislação, aperfeiçoando e modernizando todo o processo "legal".

O Ministério do Trabalho, por intermédio da Portaria n.º 3.214, de 08 de junho de 1978, aprovou as Normas Regulamentadoras - NR, previstas no Capítulo V da CLT. Esta mesma Portaria estabeleceu que as alterações posteriores das NR seriam determinadas pela Secretaria de Segurança e Saúde do Trabalho, órgão do MT.

Já a Segurança do Trabalho rural tem regulamentação específica através da Lei n.º 5.889, de 05 de junho de 1973, cujas Normas Regulamentadoras Rurais - NRR foram aprovadas pela Portaria n.º 3.067, de 12 de abril de 1988 MT, 1995.

Incorporam-se as leis brasileiras, as Convenções da OIT - Organização Internacional do Trabalho, quando promulgadas por Decretos Presidenciais. As Convenções Internacionais são promulgadas após submetidas e aprovadas pelo Congresso Nacional [10].

Além disso, há a legislação acidentaria pertinente à área da Previdência Social. Onde se estabelecem os critérios das aposentadorias especiais, do seguro de acidente do trabalho, indenizações e reparações.

Completando essa extensa legislação, devemos lembrar que a ocorrência dos acidentes (lesões imediatas ou doenças do trabalho) pode dar origem a ações civis e penais, concorrendo com as ações trabalhistas e previdenciárias [11].

## II.3 SGSST – SISTEMAS DE GESTÃO DE SAÚDE E SEGURANÇA DO TRABALHO

Com a publicação da Lei Federal nº 6514/77, que alterou o Cap. V do Tít. II da CLT – Consolidação das Leis Trabalhistas e da Portaria 3214/78, que aprovou as Normas Regulamentadoras (NR), relativas à SST – Saúde e Segurança do Trabalho, houve um grande salto rumo a melhores condições de trabalho.

Sensível evolução ocorreu nas décadas de 80 e 90, com as alterações das normas referentes às práticas de SST, principalmente com o PPRA – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (NR nº 9) e o PCMSO – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (NR nº 7). O PPRA visa a preservação da saúde e da integridade física dos trabalhadores através da antecipação, reconhecimento, avaliação e consequente controle da ocorrência de riscos reais ou potenciais do ambiente de trabalho. O PCMSO, que deve estar em sintonia com o PPRA, tem como objetivo a promoção e preservação da saúde do conjunto dos trabalhadores. Outra evolução ocorreu com a criação da CIPA – Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (NR nº 5), cuja finalidade é, através da ação dos próprios trabalhadores, promover a melhoria das condições dos ambientes de trabalho.

Dos diversos elementos que compõem um programa de gestão de Segurança e Saúde no Trabalho – SST, os três aqui apontados – cultura, ferramentas e objetivos –, se avaliados conforme a importância, sem dúvida, os aspectos culturais representam, de longe, o que há de mais significativo, facilitando, inibindo ou inviabilizando seu sucesso [7]. Por mais elaborado que seja um programa de SST e por melhores que sejam as ferramentas por ele disponibilizadas para o diagnóstico e a solução dos riscos do trabalho, se não houver disposição e participação comprometida de todos os envolvidos em suas ações, especialmente do corpo gerencial da empresa, os resultados por ele produzidos serão limitados, tanto do ponto de vista quantitativo, quanto qualitativo [12].

No entanto, em função dos traços da cultura de SST ainda predominante na maioria das empresas brasileiras, mesmo nas de grande porte, a questão da segurança e saúde no trabalho não é tratada como deveria ser, tanto por parte da empresa, como por parte dos trabalhadores.

Alguns problemas que norteiam a não conformidade dos programas de programas de SST nas empresas compreendem, principalmente o envolvimento da alta administração da empresa; a orientação desses programas quando voltada para o cumprimento da legislação, o ‘ato inseguro’ como causa preponderante de acidentes, o comportamento do trabalhador e sua relação com a organização, postura das chefias, entre outros [13].

Os valores organizacionais motivam as empresas a atribuírem importância a SST sob duas perspectivas: o alcance dos objetivos organizacionais e o exercício da responsabilidade social. Esta combinação concede vantagens competitivas na promoção da segurança do trabalho [14].

### III. MATERIAIS E MÉTODOS

Descrevem-se neste tópico os procedimentos metodológicos adotados para a elaboração deste artigo. A presente pesquisa tem caráter exploratório-descritivo e quantitativo. Ressalta-se, também, que a metodologia é de grande relevância em uma pesquisa científica, uma vez que se trata de uma etapa preponderante para o alcance dos objetivos outrora propostos.

As pesquisas exploratórias são aquelas que têm por objetivo explicitar e proporcionar maior entendimento acerca de um determinado problema. Neste tipo de pesquisa procura-se, também, um maior conhecimento sobre o tema de estudo, sendo realizadas pesquisas para atender a uma necessidade de ordem

intelectual ou razões práticas, nas quais o pesquisador pretende desvendar aspectos da realidade que estão a sua volta apenas para atender uma satisfação própria, ou seja, ampliar conhecimentos [15].

No que tange as questões práticas, estas pesquisas visam à realização de algo de forma mais eficiente. Pode também apresentar uma investigação de ordem intelectual no decorrer de sua realização. A pesquisa exploratória, quanto aos fins, é realizada em área na qual há pouco conhecimento científico acumulado ou sistematizado. Por tratar-se de uma pesquisa que busca explorar conceitos e fatos de pouca bibliografia, é um estudo novo. Além disso, por sua natureza de sondagem, não comporta hipóteses que poderão, todavia, surgir durante a pesquisa ou ao seu final. Além disso, pretende-se descrever as características de um fenômeno [16].

A pesquisa é descritiva, quanto aos fins, expõe características de determinado fenômeno. Neste trabalho, buscou-se expor as características que compõem os conceitos e benefícios implantação da NR 12 no processo de utilização da Bordadeira de Bancada, quesito autuado pelo Ministério do Trabalho por inadequação na Fábrica X da Amazônia. Não tem o compromisso de explicar os fenômenos que descreve, embora sirva de base para algumas explicações.

A pesquisa classifica-se, ainda, como quantitativa uma vez que valeu-se de instrumentos estatísticos no processo de análise de seu problema. Sobre estes tipos de pesquisa, é uma forma adequada para o conhecimento da natureza de um fenômeno social, haja vista o pesquisador coletar os dados na realidade pesquisada para, posteriormente, analisá-los de forma indutiva.

Neste sentido, afirma-se que a presente pesquisa utilizou-se do método de coleta de dados a respeito dos procedimentos utilizados no manuseio do equipamento citado, e sua adequação à NR 12, com atendimento à autuação dada pelo Ministério do Trabalho em Janeiro de 2017.

Foram destacadas observações e adequações implantadas no manuseio do referido equipamento e seus benefícios junto à organização objeto desta pesquisa.

Nesta perspectiva, o presente trabalho buscou delinear conceitos bibliográficos e apontamentos de melhoria acerca da temática no intuito de responder à problemática em questão. A legitimidade adequação de procedimentos à NR 12 é uma premissa que necessita de análises e aplicabilidade de instrumentos eficazes na construção de conhecimentos, no sentido de melhorar e evidenciar a eficácia dos métodos utilizados pela Fábrica X da Amazônia, quanto à segurança e saúde de seus colaboradores, uma vez que se trata de importantes argumento no que tange à eficiência de seus processos organizacionais junto às entidades normativas.

Durante a pesquisa foi possível observar a ausência da aplicabilidade a NR12 sobre o procedimento de utilização da Bordadeira de Bancada, equipamento utilizado por colaboradores treinados, porém não capacitados com as diretrizes regulamentares de segurança.

Foram observadas, também, a ausência de manuais técnicos e regulamentados de utilização do equipamento, bem como a ausência de certificações da NR12 para o manuseio da Bordadeira de Bancada, o que poderia acarretar em acidentes de trabalhos fatais, além da autuação imposta pelo Ministério do Trabalho.

Com isto, foi possível, graças ao entendimento da alta direção da Fábrica X da Amazônia, a elaboração, execução, implantação, treinamento e certificação da NR12, sobre o manuseio do equipamento em questão, bem como garantir melhores resultados nos processos de fabricação e produção dos colchões.



#### IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O equipamento sofreu duas alterações básicas em seu projeto inicial para atender as normas de segurança vigentes. Foram incluídos Relés de Segurança da Marca Schmersal Modelo SRB-301MC com duplicidade de contatoras para assegurar a desenergização total do Equipamento em caso de acionamento de qualquer uma das 2 Botoeira de Emergência disponível na parte frontal da máquina. Também foram instalados 1 Cortina de Luz de Segurança Schmersal Modelo SLC 420 para assegurar o desacionamento do equipamento caso o operador tente se aproximar das agulhas quando as mesmas estiverem em funcionamento.



Figura 1: Quadro de comando.

Fonte: Autor, (2017).

Este Quadro de comando (Fig.1) está localizado abaixo da bancada na parte traseira do equipamento e ele é responsável por fazer com que as alterações feitas no equipamento funcionem. Sem ele ou com ele desligado, o equipamento não é capaz nem de ao menos ser ligado. Nele está contido os Relés de Segurança (RS1 e RS2), Contatoras (K1 e K2), Chave Lock Geral (SW1), Fonte de Alimentação (T1) e Disjuntor (F1).

##### IV.1 INCLUSÃO DOS BOTÕES DE EMERGÊNCIA

Foram incluídas duas Botoeiras de Emergência no equipamento Schneider Modelo XB4BC42 com trava e com dois contatos NF para atender a norma. Todos eles estão ligados em série seguindo para os 2 canais do Relé de Segurança RS1. Caso a Botoeira de Emergência seja pressionada, o equipamento será completamente desenergizado e parará imediatamente suas atividades.

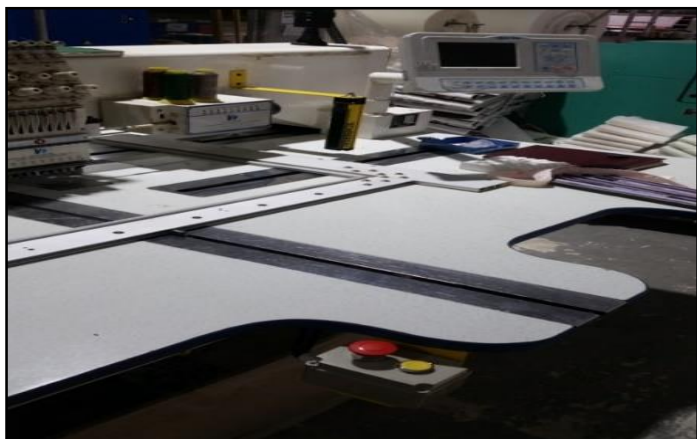


Figura 2: Bancada com botoeira de emergência.

Fonte: Autor (2017).

##### IV.2 INCLUSÃO DE DOIS BOTÕES DE RESET

Foram incluídas caixas plásticas com os botões de Reset e Emergência na parte frontal de fácil acesso ao Operador consiga pressioná-los em caso de Emergência ou para Resetar o equipamento em caso de corte na Barreira de Cortina de Luz de Segurança, caso o Operador abra qualquer uma das portas o equipamento parará seu funcionamento imediatamente, onde, ao fechar as portas, ele obrigatoriamente deverá pressionar o Botão Reset S2, S3 ou S4 antes de pressionar o botão Start para o equipamento voltar a funcionar, caso o mesmo não pressione o botão Reset, não acontecerá nada se apertar o botão Start.

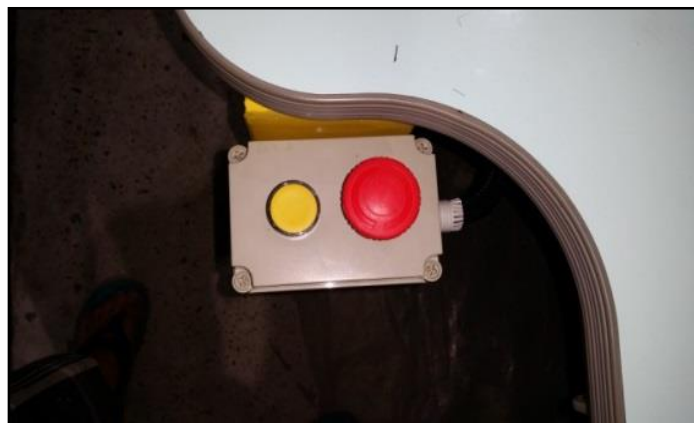


Figura 3: Botões reset.

Fonte: Autor, (2017).



Figura 4: Bordadeira de Bancada.

Fonte: Autor, (2017).

As modificações físicas na bordadeira de bancada são as principais adequações do objeto de estudo, no entanto outros itens como qualificação dos colaboradores para a operação da máquina também estão dentro dos resultados obtidos neste objeto de estudo.

#### V. CONCLUSÃO

Levando-se em conta o que foi observado pode-se concluir que a parte principal das adequações está nas modificações feitas pelo empregador em máquinas e equipamentos dentro da área de trabalho. Atendendo o item 12.24 da NR12 em estudo. É imprescindível que todos se conscientizem de que as alterações solicitadas na NR são necessárias não somente para atender Leis Trabalhistas e sim o bem-estar do colaborador, sendo um ato de cidadania, dando meios ao nicho de funcionários que trabalham diariamente naquela fábrica.

Este artigo portanto enriquece os estudos acerca da Segura e Saúde do Trabalho tanto no campo acadêmico quanto no profissional, dando conhecimento no que refere-se a adequação de máquinas e equipamentos citado na NR12.

## VI. AGRADECIMENTOS

A Uninorte Laureate International Universities (UNINORTE) pelo apoio à pesquisa.

## VII. REFERÊNCIAS

[1] NR 12. **Norma Regulamentadora Nº 12 - Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos.** Disponível em: <<http://www.trabalho.gov.br/images//Documentos/SST/NR/NR12/NR-12.pdf>> Acesso em: 15/02/2017.

[2] Balera, W. **Acidentes de trabalho devem ser retirados dos gastos da Previdência.** Disponível em: <<http://www.conjur.com.br/2006-mar14/quem-arcar-custo-empresa-nao-previdencia>> Acesso em: 15/02/2017.

[3] Alves, Luiz Ferreira. **Aplicação da norma NR-12 para circuitos de segurança utilizando controladores lógicos programáveis e atuadores pneumáticos.** Disponível em: <<http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/182500/tce-16022016-180748/?&lang=br>> Acesso em: 19/02/2017

[4] Fórmica, Gualdo Amauri. **Comentários à Nova Legislação do Trabalho.** (Coleção Jurídico-Trabalhista) - 1º Vol. IOB Informações Objetivas, 2000.

[5] NM 273:2001. **Segurança de máquinas – Dispositivos de intertravamento associados a proteções – Princípios para projeto e seleção.** Disponível em: <<https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiG8IHmkanSAhWFj5AKHb-UAk0QFggcMAA&url=http%3A%2F%2Fvipelevadores.com.br%2Farquivos%2F1445452514.pdf&usg=AFQjCNEjsWIkqMwK0RR4u1kZyLaKLha02Q&sig2=9Y64KnuxSAoQdFnP5WUHyw>> Acesso em: 22/02/2017.

[6] Ribeiro Filho, Leonídio F. **Técnicas de Segurança do Trabalho.** 2ª. ed. São Paulo, Fundacentro, 2006.

[7] Siqueira, A. R.; Queiroz, M. F. F. **Abordagem grupal em saúde do trabalhador.** Mundo Saúde (São Paulo), v.24, p.4, 2001.

[8] Amâncio, Antônio Filho. **Saúde, Trabalho e Formação Profissional.** 4ª edição. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2007. ALMEIDA, I. M. **Análise de Acidentes do Trabalho Como Ferramenta Auxiliar do Trabalho de Auditores Fiscais do Ministério do Trabalho e Emprego: Contribuições para a definição de orientações sobre a análise de acidentes conduzida por auditores fiscais.**

[9] MINISTÉRIO DO TRABALHO. Norma Regulamentadora n. 18 (NR-18) - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção. Brasília, 7 de julho de 1995.

[10] Nogueira F. **Elementos do comportamento organizacional.** 4ª Edição. São Paulo: Pioneira, 2004.

[11] Zocchio, A. **Prática de Prevenção de Acidentes: ABC da Segurança do Trabalho.** Atlas, São Paulo, 2006.

[12] Schmitz, H. **Eficiência coletiva: caminho de crescimento para a indústria de pequeno porte.** Ensaios FEE, Porto Alegre-RS, v.18,nº2, p.164-200,2007.

[13] Feitosa, José Celso. **Modelo para aumentar a competitividade industrial: a transição para a gestão participativa.** São Paulo: Edgard Blücher, 2001.

[14] De Souza G. F. **Impactos da nova redação da NR 12 nas indústrias:** Disponível em <[https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjf8JdjanSAhV KOZAKHSjPBvEQFggkMAE&url=http%3A%2F%2Frepositorio.roca.utfpr.edu.br%2Fjspuui%2Fbitstream%2F1%2F3477%2F1%2FCT\\_CEEST\\_XXVII\\_2014\\_15.pdf&usg=AFQjCNE08FQ5DcIu1hjUOmpfLrI9KziW2A&sig2=ny0tddEynAFD0WEgePF64w](https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjf8JdjanSAhV KOZAKHSjPBvEQFggkMAE&url=http%3A%2F%2Frepositorio.roca.utfpr.edu.br%2Fjspuui%2Fbitstream%2F1%2F3477%2F1%2FCT_CEEST_XXVII_2014_15.pdf&usg=AFQjCNE08FQ5DcIu1hjUOmpfLrI9KziW2A&sig2=ny0tddEynAFD0WEgePF64w)> Acesso em: 18/02/2017

[15] Feitosa, José Celso. **Modelo para aumentar a competitividade industrial: a transição para a gestão participativa.** São Paulo: Edgard Blücher, 2001.

[16] Portaria nº 197. **PORTARIA SIT Nº 197 DE 17 DE DEZEMBRO DE 2010.** Disponível em: <[http://www.normaslegais.com.br/legislacao/portariasit197\\_2010.htm](http://www.normaslegais.com.br/legislacao/portariasit197_2010.htm)> Acesso em: 21/02/2017.



## Garbage dump in Breves's City – Marajó island: a growing problem

José do Nascimento Cardoso<sup>1</sup>, Lucineia Reis de Sousa<sup>2</sup>, Maria Emília de Oliveira Higino<sup>3</sup>, Gleiciane Cardoso Maciel<sup>4</sup>, Gleiciane Leal Moraes Pinheiro<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Universidade Federal do Pará - Campus do Marajó/Breves - Faculdade de Ciências Naturais. Alameda IV, nº 3418 - Parque Universitário – Breves – PA – Brasil - CEP 68800 000-Fone (91) 3783-1129.

Email: [zeka.cardoso93@gmail.com](mailto:zeka.cardoso93@gmail.com), [gleicimoraes@ufpa.br](mailto:gleicimoraes@ufpa.br)

### ABSTRACT

Garbage dumps in open sky is a serious problem around the world with devastating consequences to humans and the environment. The city of Breves is important in relation to your location and amount of population at the Marajó Island. Faced with the problem of solid waste management, there is a need to carry out works that seek to raise environmental awareness of the pulping, which begins with the recognition and dimensioning of the problem that is installed in the municipality. This is an exploratory qualitative study, which aims to study the dump located near the Prison of Marajó, PA 158, in the city of Breves. The trash contains several types of garbage, including hospital waste. It was observed the presence of autonomous garbage collectors, who perform activities without any adequate protection. The existing dump in Breves is a growing problem, away from the urban center, in the absence of effective selective collection and support the activity of autonomous garbage collector who operate locally.

**Keywords:** Garbage dump. Solids waste. Environmental awareness. Breves-PA. Marajó island.

### Lixão a céu aberto em breves – Ilha do Marajó: um problema crescente

### RESUMO

Lixões a céu aberto é um sério problema em todo o mundo com consequências devastadoras ao homem e o meio ambiente. A cidade de Breves é importante por sua localização e pelo quantitativo de sua população na Ilha do Marajó. Diante do problema no gerenciamento de resíduos sólidos, verifica-se a necessidade de realizar trabalhos que busquem despertar a consciência ambiental da população, o que principia no reconhecimento e dimensionamento do problema que se instala no município. Trata-se de uma pesquisa exploratória de caráter qualitativo, que visa estudar o lixão localizado próximo ao Presídio do Marajó, PA 158, na cidade de Breves. No lixo encontram-se vários tipos de resíduos, inclusive, hospitalar. Foi observada a presença de catadores autônomos, que realizam atividades sem qualquer paramentação adequada. O lixão existente em Breves é um problema que cresce, afastado do centro urbano, na ausência de efetiva coleta seletiva e apoio a atividade de catadores autônomos que atuam no local.

**Palavras Chaves:** Lixão. Resíduos sólidos. Consciência ambiental. Breves-PA. Ilha do Marajó.

## I. INTRODUÇÃO

Localizada na foz do rio Amazonas, a Ilha do Marajó é a maior ilha fluviomarítma do mundo. Na parte ocidental da ilha, com uma população estimada em 2016 de 99080 habitantes e uma área de 9 563,007 km<sup>2</sup>, Breves-PA (01°40'56"S 50°28'49"O) é a maior e principal cidade da Ilha de Marajó [1].

No município de Breves, os resíduos sólidos são descartados em um lixão a céu aberto localizado próximo ao Presídio do Marajó, PA 158. Além de causar danos à saúde da população, a disposição inadequada do lixo pode resultar em problemas ambientais, como produção de lixiviados/percolados, que são potencialmente

tóxicos pela carga orgânica e nitrogênio amoniacal neles presente [2].

No Brasil, a União, Estados e Municípios têm unido ações no sentido de minimizar os impactos socioambientais causados pelo destino inadequado dos resíduos sólidos, entretanto, ainda há muito que ser feito. A gestão de resíduos sólidos é um desafio para os governantes das cidades nos países em desenvolvimento, principalmente devido à crescente geração de resíduos, ao peso no orçamento municipal devido aos altos custos associados à sua gestão, à falta de entendimento sobre os diversos fatores que afetam os diferentes estágios de gerenciamento dos resíduos e ligações necessárias para permitir o funcionamento de todo o sistema [3].

Embora os níveis de serviço, os impactos ambientais e os custos variem dramaticamente no mundo, a gestão de resíduos sólidos é sem dúvida o serviço municipal mais importante e serve como pré-requisito para outras ações municipais. À medida que o mundo avança em direção ao seu futuro urbano, a quantidade de resíduos sólidos urbanos (RSU), um dos mais importantes subprodutos de um estilo de vida urbano, está crescendo mais rápido que a taxa de urbanização [4].

Dada a importância da cidade de Breves seja por sua localização ou pelo quantitativo de sua população na Ilha do Marajó, e diante do problema no gerenciamento de resíduos sólidos, verifica-se a necessidade de realizar trabalhos que busquem despertar a consciência ambiental da população, o que principia no reconhecimento e dimensionamento do problema que se instala no município.

Este trabalho tem o objetivo de alertar e sensibilizar a população brevesense revelando o crescente aumento da quantidade de resíduos depositada no lixão municipal de Breves. Dessa forma, podendo causar impactos negativos para o meio ambiente e a população.

## II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A partir do momento que o homem deixou de ser nômade e se fixou no território, passou a conviver com os resíduos gerados. A palavra lixo vem do latim *lix*, que significa lixo ou cinzas; a palavra resíduo vem do latim *residuu*, que significa o que sobra. O problema do lixo está estritamente ligado ao surgimento da civilização humana.

Com a constatação de que os resíduos eram uma fonte de degradação do meio ambiente, no final da década de 1960, passou-se a considerar, a problemática do lixo como uma questão ambiental [5].

De acordo com Hoornweg e Bhada-Tata [4], há quinze anos, havia uma população urbana estimada em 2,9 bilhões, que geravam cerca de 0,64 kg de RSU por pessoa por dia (0,68 bilhão de toneladas por ano). Segundo o relatório, em 2012 estimava-se que esses montantes haviam aumentado para cerca de 3 bilhões de habitantes gerando 1,2 kg por pessoa por dia (1,3 bilhão de toneladas por ano). Segundo os autores, em 2025, isso provavelmente aumentará para 4,3 bilhões de residentes urbanos, gerando cerca de 1,42 kg/habitante/dia de resíduos sólidos urbanos (2,2 bilhões de toneladas por ano).

A preocupação com o esgotamento dos recursos e com a poluição do meio ambiente levou a reestruturação governamental refletida na criação dos primeiros departamentos, divisões, ministérios do meio ambiente, assim como a legislação correspondente [5].

No Brasil, a Lei 12.305/2010 rege a política nacional de resíduos sólidos [6]. Os instrumentos legais relacionados ao âmbito dos resíduos sólidos incluem Plano nacional de recursos hídricos, Lei 9.433/1997 [7]; Lei dos crimes ambientais, Lei

9.605/1998 [8]; Lei federal dos consórcios públicos, Lei 11.107/2005 [9]; Decreto Pro-catador, Decreto 7.405/2010 [10]; Política de educação para o consumo sustentável, Lei 13.186/2015 [11]; entre outras.

O acúmulo do lixo polui o ar por meio de gases que são liberados a partir de sua decomposição como o gás metano (CH<sub>4</sub>) e também o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) liberado pela queima do lixo, que posteriormente causa a morte dos nutrientes do solo, deixando o mesmo pobre e infértil [12].

Outra questão é a contaminação da água por meio do chorume, que é uma substância líquida resultante do apodrecimento de matérias orgânicas, ele pode atingir os lençóis freáticos, rios e córregos, levando a contaminação para estes recursos hídricos. Por haver grande quantidade de matéria orgânica no chorume, este costuma atrair moscas que também podem trazer doenças aos moradores que residem próximo ao local [2, 13].

De acordo com Eigenheer [5], as atuais usinas de triagem têm suas bases lançadas em Bucareste (1895) e em Munique (1898), onde os catadores garimpavam artigos valiosos que podiam ser revendidos ou reutilizados, assim como alimentos. O Decreto 7.405/2010 instituiu o Programa Pró-Catador, com a finalidade de integrar e articular as ações do Governo Federal brasileiro voltada ao apoio e ao fomento à organização produtiva dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, à melhoria das condições de trabalho, à ampliação das oportunidades de inclusão social e econômica e à expansão da coleta seletiva de resíduos sólidos, da reutilização e da reciclagem por meio da atuação desse segmento [10].

O objetivo é alertar sobre a quantidade de resíduos sólidos descartada no lixão a céu aberto existente em Breves-PA, e as consequências causadas pelo destino incorreto do mesmo.

## III. MATERIAIS E MÉTODOS

O material usado na pesquisa foi um celular para registrar as imagens do lixão. Também foram solicitadas informações oficiais de interesse público junto a Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMMA) e Secretaria Municipal de Obras (SEOB).

Além disso, foram realizadas consultas públicas no banco de dados do Sistema Integrado de Informações sobre Operações Interestaduais com Mercadorias e Serviços [14], cadastro do estado do Pará; ao Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica (CNPJ) da Receita Federal do Brasil do Ministério da Fazenda [15]; e Google Earth, um programa de computador desenvolvido e distribuído pela empresa estadunidense Google, que apresenta um modelo tridimensional do globo terrestre, construído a partir de um mosaico de imagens de satélite obtidas de diversas fontes [16].

Trata-se de uma pesquisa exploratória, onde se tem o objetivo de proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses [17]; e de caráter qualitativo, onde o objetivo da amostra, seja ela pequena ou grande, é de produzir novas informações aprofundadas e ilustrativas [18].

As visitas ao lixão, localizado próximo ao presídio da cidade de Breves-PA, PA 159, foram realizadas nos meses de outubro a dezembro de 2016. No total, foram realizadas quatro visitas ao local. A visita *in loco* teve o objetivo de realizar registros fotográficos e coletar informações com pessoas que circulam pela área, caso houvesse (informações não apresentadas).

## IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A cidade de Breves, localizada as margens do Rio Parauaú é a maior e principal cidade da Ilha do Marajó. Os instrumentos legais relacionados ao âmbito dos resíduos sólidos incluem o Código Sanitário Municipal foi instituído através da Lei Municipal 1.732 [19]; Lei Municipal nº 2.247, que dispõe sobre a Política Municipal de Gestão Ambiental [20]; e Decreto

nº 056, que trata do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS) [21].

Apesar disso, um lixão a céu aberto localizado próximo ao Presídio do Marajó, PA 158, é o local onde todo o lixo urbano está sendo despejado (Figura 1). Além disso, de acordo com a Lei 12.305/2010, encerrou em 2014 o prazo para o fim dos lixões no Brasil [6], entretanto, o lixão de Breves-PA ainda está em funcionamento.



Figura 1: Imagens de satélite da cidade Breves-PA com destaque para a atual área de deposição de resíduos sólidos urbanos. Em A e B imagens de 2015, C e D imagens de 2013. Fonte: Adaptado [16].

As imagens elaboradas a partir do banco de dados Google Earth [16], permitem fazer importantes observações. Em 2015, é possível identificar claramente a área equivalente à do Presídio do Marajó onde atualmente ocorre a deposição dos resíduos (Figura 1a e b). Há dois anos, em 2013, nenhuma alteração era observada neste local apenas em seu entorno (Figura 1c e d).

Não foram obtidas informações sobre quando a atual área de deposição dos RSU de Breves começou a ser usada para esta finalidade, mas o fato é que houve um avanço significativo da área usada para despejo dos RSU em 2015 em relação a 2013. Em volta do local de deposição de RSU há uma vasta área descampada, onde ocorre extração de areia. Entretanto, a dificuldade para a disposição final adequadamente correta da

grande quantidade de resíduos urbanos gerados não é um problema exclusivo de Breves-PA. A crescente geração de resíduos é um dos principais desafios na gestão de resíduos sólidos para os governantes das cidades nos países em desenvolvimento [3].

Outra observação importante é o avanço da mancha populacional nas proximidades do lixão (Figura 1, Figura 2). A escolha da localização desses depósitos de lixo geralmente segue a mesma lógica, lugares distantes de aglomerados urbanos devido aos vários incômodos e riscos que podem causar a população. Com base nas informações do banco de dados do Google Earth, a mancha urbana localiza-se, atualmente a aproximadamente 1,12 Km do local de deposição dos RSU (Figura 2).



Figura 2: Distância entre o presídio e área atualmente ocupada pela população (Linha vermelha 1,12 Km). Fonte: Adaptado [16].

Com base nas imagens obtidas na visita ao local de deposição dos RSU, verifica-se que no lixão da cidade de Breves-PA são encontrados vários tipos de lixo, como garrafas PET, latas, papelão, restos de alimentos e de animais, sacolas plásticas,

pneus (Figura 3). Isso leva a crer que o lixo doméstico e comercial é depositado diretamente no lixão e provavelmente não há coleta seletiva na cidade.



Figura 3: Resíduos encontrados no lixão.

Fonte: Autores, (2016).

No Brasil a Lei 12.305/2010 rege o setor de resíduos sólidos e define a ordem de prioridade no gerenciamento de resíduos sólidos da seguinte maneira: Não geração, Redução, Reutilização, Reciclagem, Tratamento dos resíduos sólidos e Disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos [6].

Dentro deste contexto, a princípio, se pode afirmar que a disposição ambientalmente adequada ainda é um desafio a ser enfrentado. Entretanto, esse problema não é exclusividade do município de Breves.

De acordo com o Relatório síntese do Plano de Gestão Integrada de Resíduos sólidos do Estado do Pará (PEGIRS) a grande maioria dos municípios paraenses apresentam instalações de infraestrutura para destinação final de RSU degradadas, inadequadas e com operação em total desacordo com as Normas

Técnicas Brasileiras, funcionando como lixões, que acabam por se transformar em perigosas fontes de disseminação de problemas de saúde pública e deterioração das condições sociais da comunidade paraense [22].

Uma constatação preocupante é a presença de seringas e outros materiais usados na punção venosa, embalagens de soluções e medicamentos normalmente usados em procedimentos hospitalares encontrados no local (Figura 4). Isso é um indicio de que resíduos hospitalares, também, estejam sendo descartados diretamente na área do lixão. O fato de haver lixo, provavelmente, hospitalar no local é muito grave dada as particularidades desse tipo de resíduo, que deve ser incinerado de acordo com a Lei 12.305/2010 [6].



Figura 4: Resíduo hospitalar encontrado no lixão.

Fonte: Autores, (2016).

Para que a reutilização e a reciclagem, previstas como prioridades na Lei 12.305/2010 [6], possam funcionar de maneira satisfatória, é indispensável a coleta seletiva para facilitar/viabilizar o trabalho das cooperativas. A Cooperativa de Trabalho de Catadores de Materiais Recicláveis de Breves, nome fantasia “Recicla Marajó”, CNPJ 10.593.767/0001-25, Bairro Aeroporto, Cidade Breves, CEP 68.800-000, foi criada em 2009, com a finalidade de atuar na coleta de resíduos recicláveis não perigosos, incluindo a recuperação de materiais de plásticos e recuperação de sucatas de alumínio, entre outras atividades de limpeza [15].

De acordo com os dados do Sistema Integrado de Informações sobre Operações Interestaduais com Mercadorias e Serviços, a situação cadastral da cooperativa Recicla Marajó é “Não Habilitado” e a data desta situação cadastral é de 03 de dezembro de 2013 [14]. A situação cadastral na Receita Federal do Brasil é “Ativa” [15]. Uma situação cadastral “Não Habilitado” no Sintegra e “Ativo” na Receita Federal significa que o contribuinte está em situação irregular com a Secretaria da Fazenda, não podendo efetuar compras para comercialização. De fato, nas quatro visitas realizadas ao lixão, no galpão, onde

deveria ser realizada a triagem dos resíduos sólidos, não foi encontrado ninguém.

Um fato preocupante é a presença de pessoas que sobrevivem da coleta de materiais recicláveis presente no lixo. Os catadores trabalham por conta própria revirando o lixo, sem



**Figura 5** - Material coletado do meio do lixo por catadores autônomos (à esquerda) e galpão de triagem da Cooperativa Recicla Marajó abandonado (à direita).

**Fonte:** Autores, (2016).

Através do Decreto 7.405/2010, que instituiu o Programa Pró-Catador, o Governo Federal brasileiro visava apoiar e fomentar a organização produtiva dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, a melhoria das condições de trabalho, a ampliação das oportunidades de inclusão social e econômica e a expansão da coleta seletiva de resíduos sólidos, da reutilização e da reciclagem por meio da atuação desse segmento [10]. O trabalho organizado dos catadores é importante para o funcionamento da política de reutilização e a reciclagem, previstas como prioridades na Lei 12.305/2010 [6].

As operações complexas de cooperativas de reciclagem são uma resposta inteligente, que contribui econômica, ambiental e socialmente diante grande desafio urbano de gerenciamento de RSU [23]. É desconhecida a existência de Plano e correspondentes programas estruturados, envolvendo a reinserção social de catadores para engajamento em projetos de implantação de sistemas de coleta seletiva e reciclagem de materiais.

Infelizmente em Breves, Ilha do Marajó, há uma cooperativa de reciclagem, mas a manutenção de suas atividades parece estar comprometida. É possível que na ausência de coleta seletiva o trabalho da cooperativa tenha sido inviabilizado, mas somente nas próximas etapas da pesquisa será possível afirmar as reais causas para o não funcionamento da cooperativa.

Enquanto isso, ainda em 2014, estimava-se que a população urbana consolidada do município de Breves gerava diariamente a quantia de 71,6 t/dia de RSU [24], resíduos estes que vão diretamente para um lixão a céu aberto. Sem a efetiva coleta seletiva e atuação coordenada de uma cooperativa de catadores, pode-se afirmar que o lixão a céu aberto de Breves é um problema que cresce, a princípio, longe dos olhos da população. Nas próximas etapas do trabalho espera-se estimar a carga média diária de deposição de resíduos.

## V. CONCLUSÃO

A produção de resíduos sólidos é um produto inevitável do estilo de vida urbano. Por outro lado, apesar das dificuldades encontradas na implementação de Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos em todo mundo; em muitos países como Brasil, já existem políticas para este setor. No estado do Pará, assim como no município de Breves, também, há instrumentos legais

qualquer proteção, para separar materiais como garrafas PET e de plástico em geral (Figura 5). Enquanto o galpão, que deveria ser usado na triagem dos resíduos encontra-se em total abandono, catadores autônomos garantem renda para suas famílias, sem apoio e exposto a perigos (Figura 5).

relacionados ao âmbito dos resíduos sólidos. Entretanto, o lixo doméstico, comercial e, inclusive, hospitalar do Município de Breves-PA não tem a destinação final ambientalmente correta, sendo despejado em um equipamento para disposição final inadequado com características de lixão a céu aberto, localizado próximo ao Presídio do Marajó, na PA 158. O não gerenciamento dos resíduos sólidos; ausência de planos/programas de valorização a atividades de cooperativa de catadores e catadores autônomos, que atuam na área de despejo dos resíduos; e o avanço da mancha urbana, constituem um grave problema que cresceu significativamente nos últimos anos, longe dos olhos da população, na ausência de efetiva coleta seletiva e apoio.

## VII. AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal do Pará, ao Campus Universitário do Marajó/Breves e a Faculdade de Ciências Naturais pelo apoio na realização da pesquisa.

## VII. REFERÊNCIAS

- [1] IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Síntese do município Breves: Dados gerais**. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/v3/cidades/municipio/1501808>>. Acesso em: 05 dez. 2016.
- [2] Bidone, F.R.A. e Povinelli, J. **Conceitos Básicos de Resíduos Sólidos**. 1. ed. São Carlos: EESC/USP, 1999. 109p. ISBN: 858520527.
- [3] Guerrero, L.A; Maas G. and Hogland W. **Solid waste management challenges for cities in developing countries**. Waste Management. v. 33(1), p. 220-32. 2013. ISSN: 0956-053X.
- [4] Hoornweg, D. and Bhada-tata, P. 2012. **What a Waste : A Global Review of Solid Waste Management**. Urban development series - knowledge papers nº. 15. Washington: World Bank. 2012. Disponível em: <http://siteresources.worldbank.org/INTURBANDEVELOPMENT/Resources/336387->

1334852610766/What\_a\_Waste2012\_Final.pdf. Acessado em: 07 dez. 2016.

[5] Eigenheer, E.M. **A história do Lixo: a limpeza urbana através dos tempos**. 1. ed. Porto Alegre: Pallotti, 2009. 144p. ISBN: 9000001246927.

[6] BRASIL. Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010.

[7] BRASIL. Lei 9.433, de 08 de janeiro de 1997.

[8] BRASIL. Lei 9.605, de 12 de fevereiro de 1998.

[9] BRASIL. Lei 11.107, de 06 de abril de 2005.

[10] BRASIL. Decreto 7.405, de 23 de dezembro de 2010.

[11] BRASIL. Lei 13.186, de 11 de novembro de 2015.

[12] Fadini, P.S. e Fadini, A.A.B. **Lixo: desafios e compromissos**. Em: Giordan, M. e Jardim, W.F. (Eds.) Cadernos temáticos de Química Nova na Escola (Química Ambiental). São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, n. 1, p. 9-18, 2001. ISSN: 0104-8899.

[13] Sanches, S.M.; Silva, C.H.T.P.; Vespa, I.C.G. e Vieira, E.M. **A Importância da Compostagem para a Educação Ambiental nas Escolas**. Química Nova na Escola. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química. n. 23. p. 10-13. 2006. ISSN: 2175-2699

[14] SINTEGRA - Sistema Integrado de Informações sobre Operações Interestaduais com Mercadorias e Serviços. **Consulta pública ao cadastro do Estado do Pará**. Disponível em: <http://www.sintegra.gov.br/>. Acessado em: 07 dez. 2016.

[15] BRASIL - Ministério da Fazenda - **Emissão de Comprovante de Inscrição e de Situação Cadastral**. Disponível em:

[http://www.receita.fazenda.gov.br/PessoaJuridica/CNPJ/cnpjreva/Cnpjreva\\_Solicitacao.asp](http://www.receita.fazenda.gov.br/PessoaJuridica/CNPJ/cnpjreva/Cnpjreva_Solicitacao.asp). Acessado em: 07 de dez. 2016.

[16] Google earth, versão 7.1.7.2606. **Breves, Pará, Brasil. 1°40'44,64"S 50°28'36,70"O**. Image U.S. Geological Survey. DigitalGlobe 2016, CNES/Astrium 2016. kh.google.com 06 de dezembro de 2016].

[17] GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002. ISBN 8522431698. 175p.

[18] Deslauriers, J. e Kérisit, M. **O delineamento de pesquisa qualitativa**. In: Poupart, J. et al., **A pesquisa qualitativa: Enfoques epistemológicos e metodológicos**. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 2010. p. 127-153. ISBN: 978-85-326-3681-2.

[19] BREVES. Lei 1.732, de 29 de julho de 1997.

[20] BREVES. Lei 2.247, de 10 de janeiro de 2012.

[21] BREVES. Decreto 056, de 31 de julho de 2012.

[22] PARÁ - Governo do Estado do Pará. **Plano de Gestão Integrada de Resíduos sólidos do Estado do Pará (PEGIRS): Relatório síntese**. Belém, 2014, vol II, 156p. Disponível em: <http://www.seidurb.pa.gov.br/downloads/vol2.pdf>. Acessado em: 07 dez. 2016.

[23] Gutberlet, J. **Cooperative urban mining in Brazil: Collective practices in selective household waste collection and recycling**. Waste Management. v. 45, p. 22-31. 2015. ISSN: 0956-053X.

[24] PARÁ - Governo do Estado do Pará. **Plano de Gestão Integrada de Resíduos sólidos do Estado do Pará (PEGIRS): Relatório síntese**. Belém, 2014, vol I, 256p. Disponível em: <http://www.seidurb.pa.gov.br/downloads/vol1.PDF>. Acessado em: 07 dez. 2016.





## Physiotherapeutic treatment of RSI/WRMD related to the health of the work of the professional of a university restaurant: A case study

Marcelo José de Oliveira Pereira<sup>1</sup>, Marco Guerreiro Prado<sup>2</sup>, Charles Ribeiro de Brito<sup>3</sup>,  
Rivanildo Duarte Almeida<sup>4</sup>, Worlen Ferreira Gimack<sup>5</sup>

<sup>1,3</sup>Laureate International Universities (UNINORTE). Av. Djalma Batista, 2100. N. Sr<sup>a</sup>. das Graças, Plaza Shopping. Manaus – AM.

<sup>2,4,5</sup>Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia (ITEGAM) – Av. Joaquim Nabuco, 1950, Centro. Manaus – AM.

Email: [marcelo.tec@hotmail.com](mailto:marcelo.tec@hotmail.com); [charles.brito@uninorte.com.br](mailto:charles.brito@uninorte.com.br); [rivanildo\\_duarte@yahoo.com.br](mailto:rivanildo_duarte@yahoo.com.br); [worlen\\_gimack@hotmail.com](mailto:worlen_gimack@hotmail.com)

### ABSTRACT

This paper presents a case study of a disease that has been attacking many workers around the world, Repetitive Strain Injury (RSI). Objective of this article is to show the benefits of RSI / DORT treatment through physiotherapy and stretching procedures, in improving pain, symptoms and quality of life of patients. The methodology adopted in this article was based on a case study with the application of physiotherapeutic treatment. The case study was carried out with a female patient, 34 years old, female, white, assistant of kitchen of a university restaurant for five years, with work-related musculoskeletal disorder (WRMD), diagnosed with cervicobrachial on the right associated with low back pain, Pain in the right upper limb and right trapezius muscle region for about a month, with worsening of symptoms for six months. It will not be mentioned in which restaurant the study was conducted for ethical reasons. The cook's activity presents creativity, possibilities and limitations, since it is articulated with the culinary art and this professional must meet technical criteria, operational and administrative requirements. Other points to highlight are: attending each working day, great diversity of demands and preferences for a stable clientele of collective feeding. The activities are exhausting, making this professional overwhelmed by practicing repetitive, frequent actions, weight lifting, and the time pressure required by the work. Although it presents the creative side in which they feel the play and the satisfaction in doing, transforming it into a pleasurable activity. The physical therapy treatment showed to be effective in combating the pain generated by the RSI / WRMD, in the improvement of the quality of the sleep and in the improvement in the functional aspect. Work-related musculoskeletal disorders, known as Repetitive Strain Injuries (RSI), represent the main group of health problems among occupational diseases.

**Keywords:** RSI, WRMD, physiotherapy

### Tratamento fisioterápico da LER/DORT relacionados a saúde do trabalho do profissional de um restaurante universitário: um estudo de caso

#### RESUMO

Este artigo apresenta um estudo de caso sobre uma doença que vem atacando muitos trabalhadores em todo o mundo, as Lesões por Esforço Repetitivo (LER). Objetivo deste artigo é mostrar os benefícios do tratamento da LER/DORT através de procedimentos fisioterápicos e alongamento, na melhora da dor, sintomas e qualidade de vida de pacientes. A metodologia adotada neste artigo foi baseada em estudo caso com aplicação do tratamento fisioterápico. O estudo de caso foi realizado com um paciente de 34 anos, sexo feminino, branca, auxiliar de cozinha de um restaurante universitário há cinco anos, com distúrbio osteomuscular relacionado ao trabalho (DORT), apresenta diagnóstico de cervicobraquialgia à direita associada a lombalgia, refere dor em membro superior direito e na região do músculo trapézio direito há cerca de um mês, com piora dos sintomas há seis meses. Não será mencionado em qual restaurante foi realizado o estudo por motivos éticos. A atividade do cozinheiro apresenta criatividade, possibilidades e limitações, uma vez que está articulada com a arte culinária e este profissional deve atender a critérios técnicos, exigências operacionais e administrativas. Outros pontos a destacar são: atender a cada jornada de trabalho, grande diversidade de demandas e preferências para uma clientela estável da alimentação coletiva. As atividades são desgastantes, tornando esse profissional sobrecarregado por praticar ações repetitivas, frequentes, levantamentos de peso, além da pressão temporal exigida pelo trabalho. Embora apresente o lado criativo em que eles sentem o lúdico e a satisfação no fazer, transformando-a numa atividade prazerosa. O tratamento fisioterápico mostrou se eficaz no combate da dor gerada pela LER/DORT, na melhora da qualidade do sono e na melhora no aspecto funcional. As afecções musculoesqueléticas relacionadas com trabalho, conhecidas como Lesões por Esforços Repetitivos (LER), representam o principal grupo de agravos à saúde, dentre as doenças ocupacionais.

**Palavras-chave:** Ler, Dort, Fisioterapia.

**Received:** June 12<sup>th</sup>, 2017

**Accepted:** September 25<sup>th</sup>, 2017

**Published:** September 30<sup>th</sup>, 2017

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 século XX foi marcado por profundas transformações tecnológicas que revolucionaram o modo de produzir a vida material, com implicações sobre a organização da produção e do trabalho. De acordo com [1], as novas estruturas industriais parecem impactar de forma definitiva os mercados e as relações de trabalho; nossos modos de vida e de organização social são modificados, assim como novas institucionalidades são criadas. O acelerado ritmo com que as inovações tecnológicas de base microeletrônica vêm sendo difundidas ao longo dos anos, nos países industrializados, é motivo de grande preocupação entre cientistas sociais no que tange a desvendar as características desse processo, assim como as consequências mais visíveis das transformações que se vêm operando no processo produtivo sobre o trabalho

Tem-se assistido, dessa forma, a um intenso debate centrado nos impactos que as novas tecnologias, assim como as novas formas de organização do processo de trabalho que as têm acompanhado, vêm causando sobre o trabalho, o qual tem levantado um conjunto de discussões relacionadas às condições de trabalho, às questões de emprego e salário e à qualificação [2].

Para uma melhor compreensão acerca dessas mudanças, faz-se necessário permear os caminhos do mundo do trabalho e suas transformações. A consolidação do capitalismo compreendeu diversos ciclos e suas fases foram, marcadas por importantes mudanças em termos de inovações tecnológicas, qualificação do trabalhador, modos de organização do trabalho e da produção, estratégias empresariais, formas de controle sobre os trabalhadores, desempenho dos sindicatos e papel do Estado. Esse conjunto de transformações, características de determinadas etapas históricas do capitalismo, costuma ser chamado de Revolução Industrial [3].

A Revolução Industrial é revelada como um período de transição, do feudalismo para o capitalismo, o qual proporciona o nascimento do capitalismo pleno que supera a fase de acumulação primitiva do capital. Assim, consolida definitivamente o modo de produção capitalista que passa a ser identificado com o mundo da industrialização.

Com a Primeira Revolução Industrial, no século XVIII, iniciou-se o uso intensivo de mão de obra assalariada. Esta, por sua vez, é associada ao trabalho pesado e insalubre na Indústria têxtil, tendo como grande referência a famosa máquina a vapor.

A segunda grande onda de transformação capitalista foi o nascimento da eletricidade, do motor a explosão, da química orgânica, dos materiais sintéticos, da manufatura de precisão, que marca o segundo grande ciclo de crescimento industrial e foi considerada uma Segunda Revolução Industrial [20].

As Lesões por Esforços Repetitivos (LER), ou, como vem sendo proposto pelo Ministério da Previdência Social, Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT), representam um dos principais problemas de saúde ocupacional que estão acometendo os trabalhadores nas últimas duas décadas. E, embora não haja no Brasil um controle do Instituto Nacional de Seguro Social (INSS) sobre a prevalência de DORT, alguns estudos regionais apontam que elas ocupam o primeiro lugar entre as doenças ocupacionais, acompanhando a tendência mundial de aumento da incidência destes distúrbios.

As LER (Lesões por Esforços Repetitivos) atualmente conceituadas como DORT (Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao trabalho), caracterizam-se por desordens neuromúsculo-tendinosa de origens ocupacionais que atingem os membros superiores e pescoço, causada pelo uso repetido e forçado de grupos musculares ou movimentação de forçada postura [4]. Para [5], a denominação da patologia não é a mesma em todos os países. Hoje várias denominações têm sido sugeridas, algumas com até mais propriedade do que os termos utilizados no Brasil, que são LER (Lesões por Esforços Repetitivos), LTC (Lesões por Traumas Cumulativos) ou ainda mais recentemente renomeados como DORT (Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho). Na Austrália, foi denominado como RSI (Repetitive Strain Injury), como OCD (Occupation Cervicobranquial Disorders) no Japão, ou ainda como CDT (Cumulative Trauma Disorder) nos Estados Unidos. A terminologia adotada neste trabalho será DORT, por caracterizar exatamente a origem do problema: o trabalho. Esta dominação destaca o termo "distúrbios" ao invés de "lesões", pois corresponde ao que se percebe na prática, de ocorrerem distúrbios numa fase precoce (como fadiga, peso nos membros seguidos de dor), aparecendo as lesões mais tarde [6].

No Brasil, as LER/DORT foram reconhecidas como doença ocupacional no final da década de 80 e, tornaram-se conhecidas como "tenossinovite dos digitadores". Entretanto, esta não é a única patologia, pois como define [7] DORT são desordens do sistema osteomuscular, especialmente dos membros superiores e cintura escapular. Dessa forma envolve outras patologias como as tendinites, as tenossinovites, as epicondilites, as fasciites, epitrocleíteis, miosites, bursites, síndrome torácica, cervicobraquialgia, contratura de Dupuytren, distúrbios neurovasculares e síndromes compressivas dos nervos periféricos, sendo as mais frequentes a Síndrome do Túnel do Carpo e do Canal de Guyon, entre outras.

Independente da(s) patologia(s) instalada(s), o trabalhador acometido por DORT apresenta sintomas que no início podem ser confundidos com cansaço, mas que com o passar do tempo vão levando a um desconforto mais intenso, como a dor acentuada e contínua, sensações de formigamento, adormecimento e fadiga muscular, tornando-se crônicos e acarretando incapacidade ou limitação funcional para realização de suas atividades diárias como laborais. Deste modo, o limite funcional passa da esfera física para psicossocial, pois este trabalhador ou paciente vê-se inapto para o trabalho, sofre preconceito de seus familiares, colegas de trabalho, chefes e muitas vezes até de profissionais de saúde, demonstrando um acometimento global e de dimensionamento muito maior.

Alguns trabalhos científicos e análises de especialistas passaram a evidenciar a associação de muitos casos de LER/DORT com fatores sociais, familiares, econômicos e com o estresse ou a insatisfação no trabalho, inclusive de casos de lombalgia e outras dores nas costas. Isso explicava porque muitos, mesmo não envolvidos na execução de trabalhos repetitivos, apresentavam sintomas similares [8].

O chamado modelo biopsicossocial passou a ser mais aceito na comunidade científica envolvida com esses problemas musculoesqueléticos e de dor crônica mal esclarecida. Os fatores mecânicos (repetição, força, posturas) continuavam presentes, mas tiveram sua importância reduzida frente a outros fatores tão ou mais importantes (insatisfação no trabalho, depressão, ansiedade ou problemas pessoais, por exemplo). O modelo biopsicossocial explicava melhor as características

comuns desse grupo de pacientes, inclusive sua característica litigante frequente [8].

Passou-se a demonstrar que LER/DORT se referia a várias doenças diferentes, sem relação com o trabalho, enfatizando-se que deviam ser devidamente identificadas, individualizadas e tratadas. Algumas delas ocorrem com maior frequência. Há estudos demonstrando que um grande número delas pode ter relação com a depressão ou com a ansiedade, como a fibromialgia e a síndrome miofascial [8].

A Fibromialgia é uma síndrome clínica que se manifesta, principalmente, com dor no corpo todo. Muitas vezes fica difícil definir se a dor é nos músculos ou nas articulações. Os pacientes costumam dizer que não há nenhum lugar do corpo que não doa. Junto com a dor, surgem sintomas como fadiga (cansaço), sono não reparador (a pessoa acorda cansada, com a sensação de que não dormiu) e outras alterações como problemas de memória e concentração, ansiedade, formigamentos/dormências, depressão, dores de cabeça, tontura e alterações intestinais. Uma característica da pessoa com Fibromialgia é a grande sensibilidade ao toque e à compressão de pontos nos corpos. Não existe ainda uma causa definida, mas há algumas pistas de porque as pessoas têm Fibromialgia. Os estudos mostram que os pacientes apresentam uma sensibilidade maior à dor do que pessoas sem Fibromialgia. Na verdade, seria como se o cérebro das pessoas com Fibromialgia interpretasse de forma exagerada os estímulos, ativando todo o sistema nervoso para fazer a pessoa sentir mais dor. A Fibromialgia também pode aparecer depois de eventos graves na vida de uma pessoa, como um trauma físico, psicológico ou mesmo uma infecção grave. O mais comum é que o quadro comece com uma dor localizada crônica, que progride para envolver todo o corpo. O motivo pelo qual algumas pessoas desenvolvem Fibromialgia e outras não ainda é desconhecido.

A síndrome dolorosa miofascial é uma causa comum de dor musculoesquelética sendo identificada em mais de 85% de pacientes encaminhados para as clínicas especializadas no manejo da dor e é mais prevalente em mulheres, alcançando cerca de 70%. É caracterizada por pontos-gatilho miofasciais e em bandas tensas dos músculos esqueléticos, limitação da amplitude dos movimentos, dor referida e respostas contráteis breves durante estimulação mecânica dos pontos-gatilho [9].

Acomete músculos, tecido conjuntivo e fâscias, principalmente na região cervical, cintura escapular e lombar. A dor e a incapacidade gerada pela síndrome miofascial interferem na qualidade de vida dos indivíduos acometidos. A dor lombar pode ser decorrente de uma disfunção miofascial caracterizada pela presença de pontos-gatilho localizados no painel frontal, tendões e/ou músculo desta região [10].

O objetivo deste artigo é mostrar os benefícios do tratamento da LER/DORT através de procedimentos fisioterápicos e alongamento, na melhora da dor, sintomas e qualidade de vida de pacientes.

## II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### II.1 AS LESÕES POR ESFORÇOS REPETITIVOS

As afecções músculo-esqueléticas relacionadas com trabalho, conhecidas como Lesões por Esforços Repetitivos (LER), representam o principal grupo de agravos à saúde, dentre as doenças ocupacionais.

As LERS/DORT incluem várias patologias tais como: tendinites, tenossinovites, bursites, epicondilites, miosites, contratura ou síndrome Dupuytren, tenossinovite de DeQuervain, ombros congelados, cervicobraquialgias, síndrome do desfiladeiro torácico, síndrome do túnel do carpo e do canal de Guyon, entre outras [11].

A fisiopatologia e a etiologia destes acometimentos estão relacionadas a fatores de sobrecarga presentes nas condições de trabalho. Assim, [12] relata que os principais fatores do trabalho determinante das LER/DORT correspondem a:

- Posturas fixas adotadas pelo trabalhador: a postura estática; o sedentarismo; movimentos envolvendo torções extremas do corpo; ombro elevado acima de 90°, o posicionamento do punho em pinça, ou em extrema flexão, extensão, desvio radial ou ulnar. A adoção deste posicionamento está ligada ao dimensionamento do mobiliário do posto de trabalho.
- Movimentos: ciclos de trabalho de alta repetitividade, como ciclos que durem menos que 30 segundos ou trabalho em que 50% da atividade envolva movimentos similares das extremidades superiores e ausência de pausas.
- Força excessiva: exercida durante o manuseio de ferramentas que dificultem a pegada como em utensílios pesados, além da força exercida durante o carregamento e levantamentos de cargas.
- Vibrações e baixas temperaturas produzem uma diminuição da destriedade manual.
- Conteúdo do trabalho e fatores psicológicos.

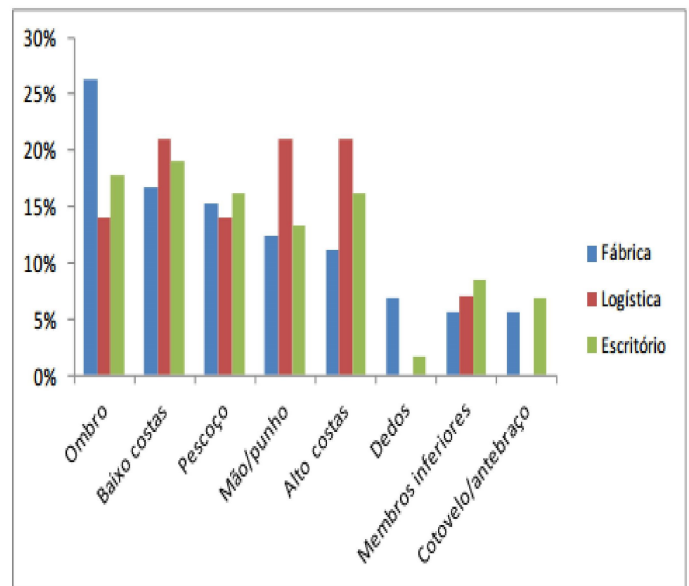


Figura 1: Comparação das dores em diferentes regiões do corpo.

Fonte: [2].

Na figura 1 acima demonstra uma comparação de queixas de LER/DORT entre os setores da indústria. A comparação foi realizada com os setores de escritório, de fábrica e de logística [13].

De acordo com o Ministério da Previdência Social, define-se acidente de trabalho como aquele que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço da empresa, com o segurado empregado, trabalhador avulso, médico residente, bem como com o segurado especial, no exercício de suas atividades,

provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte, a perda ou redução, temporária ou permanente, da capacidade para o trabalho [14].

Estes sintomas não são novidades para a sociedade. Já no século XVIII, Ramazzini descrevera esses sintomas entre artesãos escrituários em relação à repetitividade do esforço, a sobrecarga dos membros superiores, descrevendo, assim, o sofrimento físico e mental acometidos por esses distúrbios [15].

Mas é a partir da Revolução Industrial que começam a aparecer os casos mais frequentes que foram intensificados com a mecanização da produção, principalmente com o advento da computação e da automação [16].

A revolução industrial no Brasil intensificou-se a partir da década de 30 e trouxe como uma de suas consequências, a diversificação crescente do mercado de trabalho no país, com o surgimento de diferentes profissões. Todas as chamadas devem passar pelo processo de profissionalização composta por cinco etapas: a) tornar o trabalho uma ocupação de tempo integral, b) criar escolas de treinamento, c) formar uma associação profissional, d) regulamentar a profissão e e) adotar um código de ética. Existe ainda os elementos essenciais que devem ser apresentados pelos profissionais, caracterizando-os como o “tipo ideal”: alta renda, prestígio e influência, alto nível educacional, autonomia profissional, compromisso com a profissão, desejo de permanência na profissão, código de ética e coesão e monopólio sobre a tarefa [17].

Acompanhando o crescimento do número de profissões, aumenta-se o interesse em estudar as profissões e os profissionais, no caso da fisioterapia, são aproximadamente 551 cursos em atividade pelo Brasil e 190 mil profissionais registrados no conselho federal de fisioterapia e terapia ocupacional [17].

A fisioterapia é uma profissão que passou pelas cinco etapas do processo de profissionalização e está em trabalho constante para conseguir alcançar todos os elementos essenciais para ser o “tipo ideal” [17].

### II.1.1 FATORES DE RISCO PRESENTES NO AMBIENTE DE TRABALHO MAIS FREQUENTES CITADOS NA LITERATURAS SOBRE LER/DORT.

Neste subtópico será abordado os principais fatores de risco presentes no ambiente de trabalho mais estudados por pesquisadores sobre LER/DORT. São eles:

a) Repetitividade: fator de risco importante no caso de LER/DORT, que interagindo com outros fatores, tem seus efeitos potencializados. Para estudo do fator repetitividade e suas possíveis repercussões na saúde, devemos caracterizar a duração dos ciclos de trabalho, seu conteúdo e o custo humano no trabalho. As definições de trabalho repetitivo são inúmeras na literatura, porém, para este contexto consideraremos o ciclo menor que 30 segundos. O ritmo de trabalho pode ser imposto pela máquina, cuja velocidade assim, determinará a duração do ciclo, como por exemplo em corte de traquéia em abatedouros de aves igual a 0,8 segundos, imantação de peças metalúrgicas igual a 6 segundos, Ver figura 2 e 3 [18].

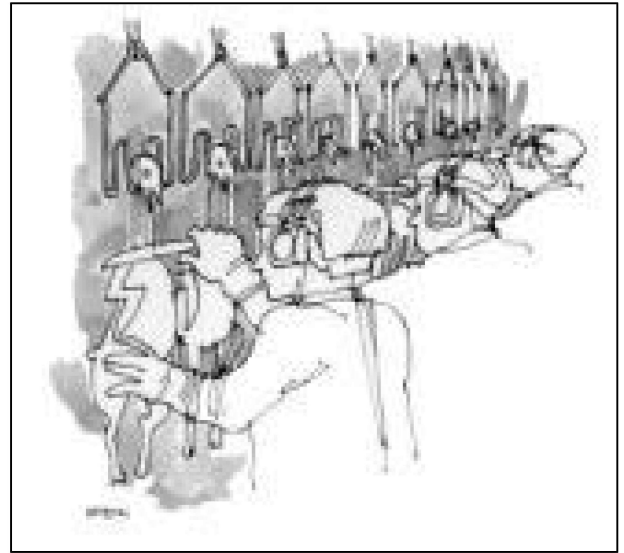


Figura 2: Corte de traquéia de aves.

Fonte: [17].

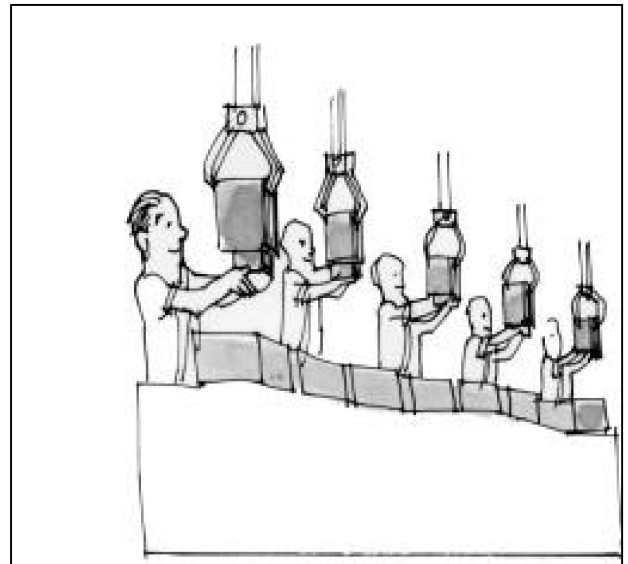


Figura 3: Imantação de peças metalúrgicas.

Fonte: [17].

b) Invariabilidade do trabalho: refere-se à atividade que é sempre a mesma durante toda a jornada de trabalho. É um conceito ligado a repetitividade. As tarefas monótonas, com posturas imobilizadas pelas exigências do trabalho, parecem apresentar risco maior para a ocorrência de LER/DORT [18].

c) Posturas inadequadas: são assumidas pelos trabalhadores para realizarem as operações do ciclo de trabalho quando o posto de trabalho é inadaptado. Para cada articulação, pode-se definir uma postura de base em que as exigências ligadas à sua manutenção são mínimas e as estruturas anatômicas estão em posições favoráveis, Ver figura 4 e 5 [18].



Figura 4: Posturas Inadequadas.  
Fonte: [17].

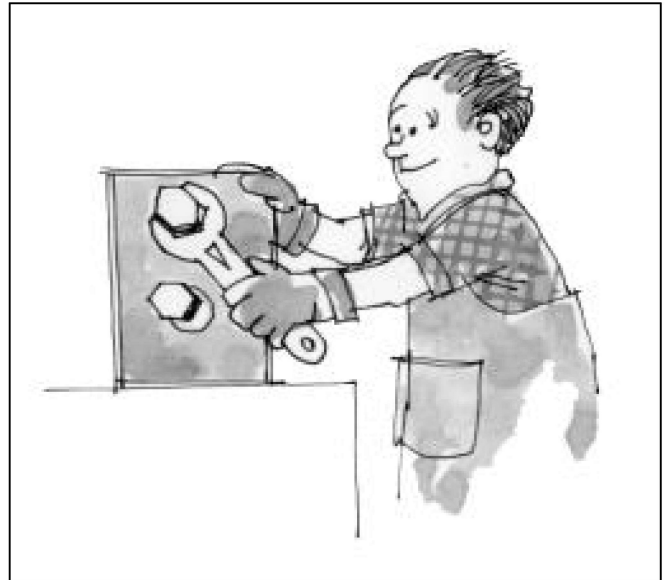


Figura 6: Exercendo a função apertar parafuso.  
Fonte: [17].



Figura 5: Postura inadequada para digitação.  
Fonte: [17].

## II.2 AS LESÕES POR ESFORÇOS REPETITIVOS NO BRASIL

No Brasil, as LER/DORT foram descritas como tenossinovite ocupacional. No ano de 1973, no XII Congresso Nacional de Prevenção de Acidentes do Trabalho, foram apresentados casos dessa doença em lavadeiras, limpadoras e engomadeiras, recomendando se que fossem observadas pausas de trabalho daqueles que operavam ou executavam vários movimentos com as mãos [17].

A denominação LER surgiu no Brasil a partir da publicação da portaria 4062 do MPAS, em 06/08/1987. Esta denominação tornou-se imprecisa em virtude de que o diagnóstico passou a ser LER e não mais tendinite, bursite, etc. Outro aspecto importante está no fato de que a repetitividade apresenta-se como um dos fatores causais [19].

Em julho de 1997 foi publicada no Diário oficial da União uma minuta de texto pelo INSS para receber contribuições da sociedade, para a elaboração da “Norma Técnica para Avaliação da Incapacidade Laborativa em Doenças Ocupacionais-Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho-Dort” quando essa nova denominação passou a ser utilizada por diversos profissionais [19].

De acordo com alguns pesquisadores, como [20] as LER/DORT são consideradas problema de saúde pública que geram impactos econômicos e sociais em diversos países. Para ela, “[...] a importância de sua manifestação faz com que as LER sejam consideradas um grave problema de saúde pública” [20]. [21] também afirma que os distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (DORT) se destacam como um dos maiores problemas de saúde pública, além de gerar impactos econômicos e sociais em diversos países.

No Brasil, em 1998, as LER/DORT representam 80% de diagnóstico que resultaram em concessão de auxílio-acidente e aposentadoria por invalidez pela Previdência Social [22].

d) Força: é força gerada pelo sistema musculoesquelético para ser aplicada sobre um objeto exterior e que pode ser medida. Chamamos de cargas musculoesqueléticas as forças exercidas sobre estrutura desse sistema, gerando por exemplo, tensão no músculo e estiramento de um tendão em sua bainha. Quando se fala de força, pensamos imediatamente na sustentação de um objeto pesado. Se, para o deslocamento de uma caixa repleta de um produto, é necessário exercer uma força de 30kg, por exemplo, o esforço exigido pode ser mais importante ou menos, dependendo do indivíduo, do tipo de postura adotada, da direção e do tipo de movimentos a serem realizados, do ponto de pega do objeto a ser deslocado e do instrumento auxiliar. O esforço é o custo que o organismo deve pagar para exercer uma força, Ver figura 6 [18].

De acordo com o Ministério da Saúde, as LER/DORT são um grupo heterogêneo de distúrbios funcionais que apresentam as seguintes características:

a) Indução por fadiga neuromuscular causado pelo trabalho estático ou com movimentos repetitivos, principalmente de membros superiores, ritmo elevado de trabalho;

b) Quadro clínico variado incluindo queixas de dor, formigamento, dormência, choque, peso e fadiga precoce;

c) Presença de entidades ortopédicas definidas como: tendinite, tenossinovite, sinovite, peritendinite, de ombros, cotovelos, punhos e mãos, epicondilite, tenossinovite estenosante (DeQuervain), dedo em gatilho, cisto, síndrome do túnel do carpo, síndrome do túnel ulnar (nível de cotovelo), síndrome do pronador redondo, síndrome do desfiladeiro torácico, síndrome cervical, neurite digital, entre outras;

d) Presença de quadros em que as repercussões são mais extensas, generalizadas: síndrome miofascial, mialgia, síndrome da tensão do pescoço, distrofia simpático-reflexa [18].

As ocorrências de LER/DORT são associadas a muitos fatores que estão relacionados ao trabalho, como, por exemplo, os movimentos repetitivos, as posturas inadequadas, o esforço físico na execução das tarefas, a intensificação do ritmo e da jornada de trabalho, a ausência de pausas, os impactos e as vibrações da própria atividade, mobiliários e equipamentos inadequados e desconfortáveis, a pressão por produção e perda do controle sobre o processo de trabalho. Esses fatores se tornam determinantes para a ocorrência deste tipo de doença.

De acordo com [23], o processo de trabalho e de produção reflete o modo como se realizam as relações de produção capitalista e a própria acumulação de capital, ou seja, um processo que se viabiliza com altas taxas de exploração da força de trabalho.

Desta forma, para melhor compreensão desta problemática, parte-se da análise do processo de trabalho. A intensificação da atividade laboral passa a ser determinante nas ocorrências de acidentes e doenças do trabalho. Por isso, se faz necessário abordar as transformações do universo do trabalho na contemporaneidade, estabelecendo um entrelaçamento com a saúde do trabalhador.

A alta prevalência das LER/DORT tem sido explicada por transformações do trabalho e das empresas, cuja organização tem se caracterizado pelo estabelecimento de metas e produtividade, considerando suas necessidades, particularmente de qualidade dos produtos e serviços e aumento da competitividade de mercado, sem levar em conta os trabalhadores e seus limites físicos e psicossociais [24].

Desta forma, é exigido dos trabalhadores adequação a essas características organizacionais das empresas. Estas, por sua vez, são pautadas pela intensificação do trabalho, pelo aumento da jornada de trabalho, pela prescrição rígida dos procedimentos a serem seguidos, o que acarreta a falta da manifestação de criatividade do próprio trabalhador, pela permanência na mesma posição por tempo prolongado durante a jornada de trabalho, pela vigilância e monitoramento constantes durante as etapas do processo de trabalho. Assim, tanto as exigências físicas quanto as psicossociais são fatores que contribuem para o surgimento das LER/DORT.

Entender como se dá a intensificação do ritmo de trabalho na sociedade contemporânea nos permite compreender como se dá o desgaste do trabalhador. Como ele perde sua

saúde ou sua capacidade para o trabalho, seja de forma temporária ou permanente, o que se constitui numa forma de violência.

## II.2.1 O FENÔMENO SOCIAL NO BRASIL

O principal fenômeno social responsável pela DORT foi a modernização do trabalho, determinando um acrescentamento das tarefas manuais repetitivas, especialmente nos membros superiores, ombros e região cervical. A “doença” existe em todo o mundo, segundo estudiosos, como um fenômeno social, com números elevados de interesses sociais por trás disto, tornando difícil o gerenciamento e a administração da questão [25].

Referi-se ao fenômeno de movimentação social que tem originado muita tensão nas relações de trabalho. No Brasil, existem duas realidades sobre as LER/DORT: uma concreta, da alta ocorrência dos distúrbios (mensurável, visível), e uma outra invisível, a de um fenômeno social chamado “a doença”, onde muitas vezes os fenômenos sociais costumam ser mais importantes do que a própria realidade, porque realimenta a realidade, espalhando o medo e o risco de uma neurose coletiva, certamente agravada quando não se detém informações precisas sobre as causas do fenômeno que está analisando [26].

O fenômeno LER/DORT no Brasil passou por mecanismos sociológicos de criação de um fenômeno social, obedecendo a uma sequência de fases: a fase de inicial, a fase de fusão e a fase de institucionalização [27].

Estas lesões começaram a ser descritas no Brasil no início da década de 80, ainda denominadas LER (Lesões por Esforços Repetitivos), chamando a atenção para alta incidência dessas ocorrências entre digitadores, em empresas públicas e privadas e em várias outras profissões que envolviam movimentos repetitivos ou grande mobilização postural. Esta foi chamada a fase inicial. Nesta época, eram melhor remunerados os funcionários que fizessem o serviço render, aumentando a velocidade de trabalho e os incentivos à produção existentes nas empresas, onde estes faziam horas extras e dobavam turnos em troca de pagamentos adicionais de produtividade e de alguns privilégios para quem digitasse mais. A partir daí, sem terem conhecimentos sobre o assunto, começaram a surgir nestes trabalhadores os primeiros casos de tendinites, tenossinovites, epicondilites e síndrome do túnel do carpo, que foram mal conduzidos por médicos e retornaram ao ritmo normal de trabalho, agravando as doenças e os incapacitando ao trabalho, levando a pensar que estas doenças eram exclusivamente de digitadores [27].

A fase de fusão pode ser comparada à formação do leito de um rio, em que diversos braços e afluentes vão se juntando e formando um leito único e caudaloso. Ela pode ser descrita assim: com a incorporação da tecnologia da informática, o mundo do trabalho passou por mudanças impressionantes nos escritórios, cedendo lugar ao computador, com programas que automatizaram o trabalho do auxiliar administrativo, diminuindo a flexibilidade postural e limitando o tipo de atividade realizada pelos escreventes, começando a evidenciar a ocorrência dessas lesões nos mesmos. Contribuindo ainda para esta fase de fusão, vieram as transformações ocorridas no setor bancário, onde o trabalho dos

funcionários foi restrito ao guichê, devido ao aparecimento da tecnologia da informática, onde anteriormente estes funcionários alternavam suas posições no guichê de atendimento, conferindo saldos e assinaturas e hoje desempenham um número maior de funções sem mudanças posturais e geralmente em condições inadequadas [27].

Este fenômeno social de fusão foi aparecendo e interessando os sindicatos para que as questões sobre o assunto fossem acuradas, onde a imprensa passou a publicar cada vez mais sobre o assunto através de jornais e noticiários de televisão, porém pouco se falou que a grande maioria é curável, preferindo-se falar e mostrar os casos de incapacidade severa e de limitações. A partir daí, as empresas começaram a negar o fenômeno sob diversas formas, atribuindo a ocorrência do grande número de casos à movimentação dos sindicatos, de forças políticas de esquerda e sempre evitando aceitar haver realmente algum problema com suas condições de trabalho [27].

Logo veio a etapa seguinte: a fase de institucionalização. Atualmente a DORT encontra-se institucionalizada legalmente, graças aos interesses fortes dos sindicatos pelo tema, a falta de esclarecimento sobre as causas básicas das lesões e a mudança política nos órgãos de comando do Ministério do Trabalho e da Previdência Social a partir de 1984, que reconheceram inicialmente estas lesões entre os digitadores e em seguida em outras categorias profissionais, sendo então reconhecida e institucionalizada como uma doença nova, fruto de um processo social, que na realidade não existe [27].

No rastro da “doença”, vieram aspectos legítimos de reivindicações dos trabalhadores pelos seus direitos de estabilidade, pois misticamente falando, esta era uma doença progressiva, grave e incapacitante, causada pelo trabalho, cuja evidência seria feita somente pela queixa de dor [27].

No entanto, no Brasil e nos outros dois países (Inglaterra e Austrália), o fenômeno social LER, atualmente renomeado como DORT, adquiriu variáveis sociais, políticas e de jogos de poder, variáveis culturais e até mesmo de ganhos secundários, cujo entendimento é fundamental para a ação eficaz de fragmentação do fenômeno [27].

### II.3 EPIDEMIOLOGIA DA LER/DORT

Quando se aborda o tema epidemiologia do trabalho, primeiramente deve-se entender o sujeito desse contexto. Desta forma, o Ministério da Saúde (2001), considera como trabalhador todos os homens e mulheres que exercem atividades para seu próprio sustento e também para o sustento de seus dependentes, independente da forma de inclusão no mercado de trabalho. Sendo assim, os trabalhadores têm o direito ao trabalho em condições seguras e saudáveis, não condicionados à existência de vínculo trabalhista, ao caráter e natureza do trabalho [28].

As doenças do trabalho se tornaram ao longo dos últimos anos um sério problema crescente na sociedade [29], tornando o impacto socioeconômico das LER/DORT preocupante para nossa sociedade, uma vez que, em todo o mundo, a prevalência desse problema vem atingindo proporções epidêmicas [30]. A respeito disso, os Estados Unidos registraram em 1998 a ocorrência de 650 mil novos

casos de LER/DORT, responsáveis por dois terços das ausências ao trabalho, a um custo estimado de 15 a 20 bilhões de dólares [6].

O estudo da relação do homem com o trabalho revela contradições, na qual o mesmo trabalho que dignifica, confere status e reconhecimento ao ser humano perante a sociedade, pode ser também fonte de sofrimento, desequilíbrio físico e mental, dor e frustração [23], pois as condições de trabalho, devido ao modelo capitalista, tornaram-se insalubres, a ponto de agredir a dignidade dos trabalhadores, caracterizando uma prática laboral incompatível com a qualidade de vida dos trabalhadores, ou seja, dando pouca importância para a saúde dos trabalhadores. Também, [2] quando escrevem sobre o trabalho, falam da dualidade, na qual por um lado, ocorre a possibilidade de promoção do ser humano e por outro pode ser responsável por sérias consequências na vida e saúde do trabalhador [31].

Essas consequências podem ser caracterizadas por danos profissionais que acabam representando um custo significativo para indústria e para a capacidade produtiva de toda nação industrializada [32], gerando inaptidão para o trabalho, por meio de doenças musculoesqueléticas de origem ocupacional.

A intensidade e importância dos casos de LER/DORT diagnosticados e acompanhados nos centros de referência à saúde dos trabalhadores de todo o país, segundo [12], tem tornado esse problema como prioritário no campo da vigilância à saúde do trabalhador. Nesse panorama, a proposta de implantação de ações voltadas para o reconhecimento dos ambientes de trabalho e para a assistência e reabilitação, tem sido levantada, estabelecendo um tema que agrega inúmeros interesses e diversas formas de ação, pelo fato de gerarem um aumento nos casos de absenteísmo e de afastamentos temporários ou permanentes do trabalhador e também produzirem custos expressivos em tratamento e indenizações [33].

Sabe-se que a reabilitação profissional no Brasil, de acordo com a Orientação Interna nº 116 INSS/DIRBEN, de 25/06/2005 MINISTÉRIO DA PREVIDÊNCIA SOCIAL, deve ser realizada pela Unidade Técnica de Reabilitação Profissional (UTRP), que é ligada à Agência de Perícia Médica do INSS, situada em todas as capitais brasileiras. Cabe ressaltar que a reabilitação profissional é garantida pela Constituição de 1988 como uma política para permitir ao trabalhador a sua reintegração no mercado de trabalho, sob a responsabilidade da Previdência Social.

Nesse sentido [34], frisa que existe um impasse na reabilitação profissional, não apenas por ter havido uma separação entre o processo de tratamento da saúde e a reabilitação profissional, mas também por não levar em consideração as consequências psíquicas do adoecimento, que repercutem na recuperação da capacidade laboral e na reabilitação profissional.

No quadro 1 abaixo é apresentado uma pesquisa sobre distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho em trabalhadores de diferentes setores.

Quadro 1: Estudo sobre distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho em trabalhadores de diferentes setores.

| REFERÊNCIA                          | LOCAL                                 | AMOSTRA  | PREVALÊNCIA                         | SINTOMA   | SEXO |
|-------------------------------------|---------------------------------------|--|-------------------------------------|---|------|
| Brandão, Horta e Tomasi (2005)      | Pelotas - RS e região                 | 502 bancários  | 43%                                 | Dor musculoesquelética  | ↑F   |
| Murofuse e Marziale (2005)          | Belo Horizonte - MG                   | 4307 trabalhadores de enfermagem   | 20%                                 | Dorsalgia   | ↑F   |
| Pignati e Machado (2005)            | Mato Grosso - MT                      | 4381 operários das indústrias de transformação de madeira                  | 28,2%                               | [Deformidades da coluna vertebral]  | -    |
| Kreling et al. (2006)               | Londrina - PR                         | 539 servidores da Universidade Estadual de Londrina                        | 61,4%                               | Dor crônica   | ↑F   |
| Maciel Fernandes e Medeiros (2006)  | Santa Cruz - RN                       | 162 trabalhadores com corte-costura  | 62,3%                               | Sintomatologia dolorosa em mais de um local   | ↑F   |
| Regis Filho, Michels e Sell (2006)  | Florianópolis - SC                    | 771 cirurgiões-dentistas cadastrados no Conselho Regional de Odontologia   | 56,7%                               | Manifestação dolorosa nos membros superiores, cintura escapular ou pescoço                        | ↑M   |
| Oliveira (2007)                     | Porto Velho - RO                      | 99 cirurgiões-dentistas cadastrados no Conselho de Odontologia             | 93%                                 | Dor na região lombar e dor na região cervical   | -    |
| Matos et al. (2008)                 | São Leopoldo - RS                     | 775 trabalhadores  | 52,8%                               | Dor lombar  | ↑F   |
| Margerer, Kehrif e Traebert (2008)  | Meio Oeste Catarinense                | 263 bancários  | 72,8%                               | Dores musculoesqueléticas   | -    |
| Picoloto e Silveira (2008)          | Canoa - RS                            | 268 trabalhadores da indústria metalúrgica produtora de tratores agrícolas | 75,2%                               | Dor, desconforto ou dormência   | -    |
| Vedovato e Monteiro (2008)          | Campinas e São José do Rio Pardo - SP | 258 professores  | 57,7%                               | Dor na musculatura esquelética da coluna cervical, coluna lombar, membros superiores e inferiores | -    |
| Martins Junior e Saldanha (2009)    | Rio Grande do Norte                   | 26 operadores de caixa do Banco  | 30%                                 | Dor no membro superior direito, cervical ou coluna lombar   | ↑F   |
| Moriguchi et al. (2009)             | São Paulo - SP                        | 30 eletricitistas  | 87%                                 | Desconforto, sendo que o ombro, coluna e joelho foram as regiões mais afetadas                    | -    |
| Gonçalves, Andrade e Germano (2010) | Taubaté - SP                          | 28 fisioterapeutas   | 78,6%                               | Desordens musculoesqueléticas relacionadas ao trabalho  | ↑F   |
| Isosaki et al. (2011)               | São Paulo - SP                        | 115 funcionários de um serviço de nutrição de um hospital                  | 80%                                 | Dores causaram afastamento do trabalho  | -    |
| Minayo, Assis e Oliveira (2011)     | Rio de Janeiro - RJ                   | 1458 policiais civis e 1108 policiais militares                            | 42% dos civis e 38,8% dos militares | Dores no pescoço, costas ou coluna  | -    |
| Reis et al. (2012)                  | São Miguel do Iguçu - PR              | 201 trabalhadores de uma fábrica de embalagem de carne suína               | 58%                                 | Desconforto muscular nos ombros ao final do turno de trabalho                                     | ↑F   |
| Tirloni et al. (2012)               | Santa Catarina - SC                   | 290 trabalhadores de abatedouro de aves                                    | 67,2%                               | Desconforto em pelo menos uma região do corpo   | -    |

↑ = Superior, F = feminino, M = masculino.

Fonte: adaptado [2].

Analisando o Quadro 1 é possível verificar que as prevalências de problemas osteomusculares podem variar de 20% a 93% de acordo com a ocupação do trabalhador, sendo que entre os estudos que analisaram a relação das doenças com o sexo, a maioria evidenciou que as mulheres são mais atacadas por LER/DORT.

#### II.4 COMO IDENTIFICAR UM CASO DE LER/DORT

Como em qualquer consulta, deve-se coletar dados fornecidos pelo paciente, realizar o exame físico, integrá-los com dados epidemiológicos e fazer uma hipótese diagnóstica. A organização atual dos serviços de saúde permite que várias das etapas de coleta de dados sejam realizadas por outros profissionais, além do médico. Isso não exige o médico de seu

papel, porém, permite a análise dos casos mediante informações coletadas por equipes de saúde, como ocorre no Programa Saúde da Família (PSF) [24].

Quando se parte do quadro clínico, a sequência a ser obedecida na anamnese clínica é a seguinte [24]:

- a) História das queixas atuais;
- b) Indagação sobre os diversos aparelhos;
- c) Comportamentos e hábitos relevantes;
- d) Antecedentes pessoais;
- e) Antecedentes familiares;
- f) Anamnese ocupacional;
- g) Exame físico geral e específico;
- h) Exames complementares e/ou avaliação especializada, se necessário



**a) História das queixas atuais:**

As queixas mais comuns são dores localizadas, irradiada ou generalizada, desconforto, fadiga e sensação de peso. Muitos relatam formigamento, dormência, sensação de diminuição de força e fadiga, edema e enrijecimento muscular, choque, falta de firmeza nas mãos. Nos casos mais crônicos e graves, pode ocorrer sudorese excessiva nas mãos e alodínea (sensação de dor como resposta a estímulos não nocivos em pele normal). Geralmente os sintomas são de evolução insidiosa até serem claramente percebidos. Com frequência, são desencadeados ou agravados após períodos de maior quantidade de trabalho ou jornadas prolongadas e em geral, o trabalhador busca formas de manter o desenvolvimentos de seu trabalho, mesmo que às custas de dor. A diminuição da capacidade física passa a ser percebida no trabalho e fora dele, nas atividades cotidianas [24].

Deve-se investigar tempo de duração, localização, intensidade, tipo ou padrão, momentos e formas de instalação, fatores de melhora e piora, variações no tempo [24].

**b) Indagação sobre os diversos aparelhos:**

Como em qualquer caso clínico, a indagação por outros sintomas e doenças já diagnosticadas faz parte da consulta clínica, devendo ser considerados na análise do quadro clínico. Atenção para traumas, esforço muscular agudo, doenças do tecido conjuntivo, artrites, diabetes mellitus, hipotireoidismo, anemia megaloblástica, algumas neoplasias, artrite reumatóide, espondilite anquilosante, esclerose sistêmica, polimiosite, gravidez, menopausa [24].

Ao achado de qualquer doença deve-se indagar se sua existência explica o quadro clínico. A identificação de uma doença não ocupacional não descarta a existência concomitante de LER/DORT. Ressalte-se que algumas doenças, como o hipotireoidismo, é frequente entre a população feminina acima dos 45 anos de idade e em geral são oligossintomáticas [24].

**c) Comportamento e hábitos relevantes:**

Atividades extra-laborais devem ser identificadas, mas geralmente não são consideradas desencadeadoras de quadros musculoesqueléticos semelhantes às LER/DORT. Para terem significado como causa, os fatores não ocupacionais devem ter intensidade e frequência similares as dos fatores ocupacionais conhecidos, o que raramente acontece. É frequente o depoimento de médicos e profissionais da saúde mais experientes de que quando as mulheres trabalhavam apenas no seu lar, não havia relato de casos tão numerosos de “tendinites” e nem tão graves [24].

**d) Antecedentes pessoais:**

Traumas, fraturas e outras formas de adoecimento pregresso que possam ter desencadeado e/ou agravado processos de dor crônica, entrando como fator de confusão, devem ser considerados [24].

**e) Antecedentes familiares:**

A existência de diabetes e outros distúrbios hormonais e “reumatismos” deve ser considerada, como em qualquer outro caso [24].

**f) Anamnese ocupacional:**

Esta etapa de coleta de informações é de fundamental importância para que situações de sobrecarga do sistema musculoesquelético sejam identificadas. O relato do paciente costuma ser rico em detalhes, propiciando a caracterização das condições de trabalho em boa parte dos casos. Devem chamar a atenção as atividades operacionais que envolvam movimentos repetitivos, jornadas prolongadas, ausência de pausas periódicas, exigência de posturas desconfortáveis por tempo prolongado, exigência de produtividade, exigência de força muscular, identificação de segmentos do corpo com sobrecarga e maior grau de exigência, ritmo intenso de trabalho, ambiente estressante de cobranças de metas, falta de reconhecimento profissional. Equipamentos e instrumentos de trabalho inadequados. Postos de trabalho ocupados anteriormente devem ser considerados [24].

**g) Exame físico do sistema musculoesquelético:**

**- Primeira etapa: inspeção**

A inspeção se inicia à entrada do paciente no consultório. Avaliam-se a forma de caminhar (uniformidade, simetria e postura dos membros superiores), de se sentar e se posicionar diante do médico. Posições antálgicas ou cuidado especial com determinados segmentos afetados por dor podem ser percebidos já nesta fase do exame físico [24].

A inspeção deve ter como objetivo identificar posturas anormais, assimetrias, edemas, alterações de cor de pele, deformidades, características de anexos, tais como unhas e pelos [24].

Em fases avançadas de dor complexa regional, por exemplo, à simples inspeção é possível identificar alterações de cor de pele, sudorese excessiva e edema, e mais raramente, a assimetria no comprimento de pelos e unhas [24].

**- Segunda etapa: palpação**

A palpação permite a identificação de alterações de consistência da pele e dos demais tecidos moles, em particular os músculos. Podem ser encontradas nodulações (císticas ou não), zonas de contraturas em grupos musculares afetados e o paciente pode referir sensibilidade dolorosa excessiva ao simples toque (alodínea) [24].

**h) Exames complementares e/ou avaliação especializada, se necessário:**

Antes de solicitar os exames, o médico deve se fazer as seguintes perguntas:

Qual é a hipótese diagnóstica?

Qual é o objetivo dos exames ou da avaliação especializada?

Após a realização dos exames, o médico deve se fazer as seguintes perguntas:

Os achados dos exames complementares são compatíveis com os achados da história clínica e do exame físico?

As alterações encontradas explicam todo o quadro clínico do paciente?

Qual é o significado da ausência de alterações nos exames? Descarta minha hipótese diagnóstica? [24].

## II.5 EPI'S: EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

De acordo com a Norma Regulamentadora número 6, consideram-se como Equipamento de Proteção Individual – EPI – como todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho [35].

Ainda seguindo os preceitos desta Norma, fica estabelecido que as empresas são obrigadas a fornecer aos empregados, de forma gratuita, os EPI's adequados ao risco ao que o mesmo é exposto, que deverão estar em perfeito estado de conservação e funcionamento, nas seguintes circunstâncias [13]:

a) Sempre que as medidas de ordem geral não ofereçam completa proteção contra os riscos de acidentes do trabalho ou de doenças profissionais e do trabalho [13];

b) enquanto as medidas de proteção coletiva estiverem sendo implantadas [13]; e,

c) para atender a situações de emergência. No item 6.5 desta Norma Regulamentadora delimita-se que compete ao Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho – SESMT, ouvida a Comissão Interna de Prevenção de Acidentes - CIPA e trabalhadores usuários, recomendar ao empregador o EPI adequado ao risco existente em determinada atividade (NR, 6, 2010). Quanto às empresas desobrigadas a constituir SESMT, fica a cargo de o empregador selecionar o EPI adequado ao risco, mediante orientação de profissional tecnicamente habilitada, ouvida a CIPA ou, na falta desta, o designado e trabalhadores usuários [13].

Segundo a [35], são obrigações do Empregador, para com os EPI's:

a) adquirir o adequado ao risco de cada atividade;

b) exigir seu uso;

c) fornecer ao trabalhador somente o aprovado pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho;

d) orientar e treinar o trabalhador sobre o uso adequado, guarda e conservação;

e) substituir imediatamente, quando danificado ou extraviado;

f) responsabilizar-se pela higienização e manutenção periódica; e,

g) comunicar ao MTE qualquer irregularidade observada.

h) registrar o seu fornecimento ao trabalhador, podendo ser adotados livros, fichas ou sistema eletrônico [...].

A NR 6, também determina as obrigações do colaborador para com a utilização do EPI, as quais se resumem nos quatro itens a seguir:

a) usar, utilizando-o apenas para a finalidade a que se destina;

b) responsabilizar-se pela guarda e conservação;

c) comunicar ao empregador qualquer alteração que o torne impróprio para uso; e,

d) cumprir as determinações do empregador sobre o uso adequado.

## II.6 SOBRE A ATIVIDADE DO COZINHEIRO NO AMBIENTE DO TRABALHO

A atividade do cozinheiro apresenta criatividade, possibilidades e limitações, uma vez que está articulada com a arte culinária e este profissional deve atender a critérios técnicos, exigências operacionais e administrativas. Outros pontos a destacar são: atender a cada jornada de trabalho, grande diversidade de demandas e preferências para uma clientela estável da alimentação coletiva [36].

Com isso, observa-se que a atividade do cozinheiro representa um trabalho para uma coletividade em que prepondera o conhecimento implícito. As atividades são desgastantes, tornando esse profissional sobrecarregado por praticar ações repetitivas, frequentes, levantamentos de peso, além da pressão temporal exigida pelo trabalho. Embora apresente o lado criativo em que eles sentem o lúdico e a satisfação no fazer, transformando-a numa atividade prazerosa [37]. O cozinheiro é um dos profissionais que têm grande responsabilidade durante o preparo das refeições coletivas ao proporcionar sabores adequados aos paladares de uma coletividade em locais de trabalho como indústrias, hospitais, clubes, creches, quartéis, e outros. Sobretudo há uma variedade da clientela, o que demanda deste profissional improvisação como a atenção a novas condutas, regulação e procedimentos diversos em seu cotidiano [37].

Essas situações muitas vezes se apresentam de forma concomitante e exigem do profissional cozinheiro, soluções rápidas com pouca ou nenhuma probabilidade de erro. Pois se trata de atividades que atendem a pessoas com pontualidade e qualidade. Além de suas atividades de cozinhar, ele é responsável pelo gerenciamento dos trabalhadores da Unidade que estão sob sua orientação.

Apesar de todos esses atributos, observa-se pouca valorização dos profissionais cozinheiros pelas empresas, órgãos de classe e por eles próprios, com relação ao aprendizado e conhecimentos adquiridos ao longo de suas práticas profissionais. Suas experiências acumuladas são referenciais à sua formação e a de novos profissionais; bem como a melhoria da gestão operacional de cozinhas; aproveitamento do conhecimento de todo um receituário e a necessidade de transformar os saberes implícitos em explícitos.

Na figura 7 se demonstra algumas atividades dos cozinheiros no ambiente de trabalho.



Figura 7: Algumas atividades de cozinheiros no ambiente de trabalho.  
Fonte: [36].

### III. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia adotada neste artigo foi baseada em estudo de caso com aplicação do tratamento fisioterápico.

O tratamento fisioterápico consiste em um programa de exercícios terapêuticos baseado no delineamento das causas das limitações funcionais ou das incapacidades do paciente, utilizando ampla variedade de atividades, ações técnicas dentro da cinesioterapia. Cinesioterapia é um conjunto de atividades físicas com finalidade terapêutica que demandam atividade muscular do paciente (*c. ativa*) ou que provocam uma resposta muscular do paciente à estimulação feita por meio de aparelhos específicos, massagens etc.

O tratamento de fisioterapia consiste em avaliar a dor, combater o processo inflamatório, preservar a amplitude articular e a atividade muscular, prevenir deformidades, promover o bem estar físico, psíquico e social, assim como melhorar a qualidade de vida dos doentes [38]. O estudo de caso foi realizado com um paciente de 34 anos, sexo feminino, branca, auxiliar de cozinha de um restaurante universitário há 5 anos, com distúrbio osteomuscular relacionado ao trabalho (DORT), apresenta diagnóstico de cervicobraquialgia à direita associada a lombalgia, refere dor em membro superior direito e na região do músculo trapézio direito há cerca de 1 mês, com piora dos sintomas há 6 meses.

A Cervicobraquialgia é a presença da dor cervical que se irradia à uma das extremidades superiores através do território correspondente a uma raiz nervosa cervical baixa, podendo então gerar alterações na condução elétrica e alterações do fluxo axoplasmático. Frequentemente, o quadro clínico das cervicobraquialgias é unilateral, sendo que a dor inicia-se na região cervical baixa e irradia-se para o membro superior, com topografia radicular usualmente associada a parestesias de um ou mais dedos. Frente às consequências que as disfunções neurais provindas da cervicobraquialgia e geraram ao indivíduo, busca-se recuperar tanto a função mecânica quanto fisiológica do sistema

nervoso, restaurando comprimento e mobilidade do mesmo, e as disfunções em estruturas musculoesqueléticas que recebem sua inervação.

O paciente apresentava limitações na amplitude dos movimentos do membro superior direito, principalmente nos movimentos de flexão, extensão, abdução e adução de punho direito. Encurtamentos musculares acentuados das cadeias inspiratória, ântero medial de ombro, anterior de braço e posterior. Além de alterações posturais em tronco com aumento da curvatura lombar e retificação da coluna torácica e cervical.

Foi realizada uma entrevista e posteriormente uma avaliação fisioterapêutica desenvolvida para pacientes com DORT que avalia dados ocupacionais; quantifica e qualifica os quadros algícos, através de gráficos que mostram o avanço do tratamento.

Durante a avaliação a paciente relatava dificuldades para realizar torções nos membros superiores, como abrir torneiras, abotoar sutiã e principalmente torcer panos.

O tratamento consistiu nos seguintes procedimentos:

- a) Avaliação fisioterápica;
- b) TENS (Estimulação Elétrica Nervosa Transcutânea);
- c) Ondas curtas;
- d) Laser;
- e) Ultrassom;
- f) Cinesioterapia;
- g) Massoterapia.

Foram programadas 23 sessões, duas vezes por semana, entretanto, a paciente faltou a seis sessões, devido intercorrências nas liberações do trabalho para o atendimento e férias. Durante as quatro primeiras sessões apenas foi aplicada a estimulação elétrica nervosa transcutânea (TENS), nos locais algícos referidos pela paciente que correspondiam a região do músculo trapézio e da musculatura anterior de antebraço. Os parâmetros utilizados foram T = 100 nu, R = 50 Hz e intensidade baseada no limiar da paciente por 50 minutos, sendo que, na primeira sessão

a paciente permaneceu apenas 15 minutos. Entretanto, devido ao quadro instável da paciente durante algumas terapias fez-se o uso de outros recursos fisioterápicos, como: ondas curtas, laser, ultrassom e massoterapia.

Na quinta terapia, não foi utilizado o TENS e iniciou-se a cinesioterapia, com exercícios de alongamentos de cadeia

posterior, cadeia ântero-medial de ombro e anterior de braço, tração cervical associada a exercícios respiratórios e mobilização de cintura escapular com bolas terapêuticas. As 23 sessões realizadas no tratamento fisioterápico estão descritas na tabela 1.

Tabela 1: Procedimento realizado durante as sessões de fisioterapia.

| SESSÕES         | PROCEDIMENTOS   |
|-----------------|---|
| 1 <sup>a</sup>  | Avaliação fisioterápica + TENS                                  |
| 2 <sup>a</sup>  | Avaliação fisioterápica + TENS                                  |
| 3 <sup>a</sup>  | TENS  |
| 4 <sup>a</sup>  | TENS  |
| 5 <sup>a</sup>  | Ondas curtas + laser + ultrassom + cinesioterapia + orientações |
| 6 <sup>a</sup>  | TENS + ultrassom  |
| 7 <sup>a</sup>  | Laser + ultrassom + cinesioterapia                              |
| 8 <sup>a</sup>  | TENS  |
| 9 <sup>a</sup>  | TENS + laser + ultrassom + cinesioterapia + orientações         |
| 10 <sup>a</sup> | TENS + ultrassom + cinesioterapia + orientações                 |
| 11 <sup>a</sup> | Ultrassom + massoterapia + cinesioterapia                       |
| 12 <sup>a</sup> | TENS  |
| 13 <sup>a</sup> | TENS + ultrassom  |
| 14 <sup>a</sup> | TENS + ondas curtas + massoterapia + cinesioterapia             |
| 15 <sup>a</sup> | TENS + massoterapia + cinesioterapia                            |
| 16 <sup>a</sup> | TENS + massoterapia + cinesioterapia                            |
| 17 <sup>a</sup> | TENS + cinesioterapia   |
| 18 <sup>a</sup> | TENS  |
| 19 <sup>a</sup> | TENS + ultrassom  |
| 20 <sup>a</sup> | TENS + ondas curtas + massoterapia + cinesioterapia             |
| 21 <sup>a</sup> | TENS + massoterapia + cinesioterapia                            |
| 22 <sup>a</sup> | TENS + cinesioterapia   |
| 23 <sup>a</sup> | Cinesioterapia + orientações + alta                             |

Fonte: Autores, (2017).

#### IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Diante dos resultados apresentados e a partir do material teórico analisado, pode-se afirmar que o profissional de cozinha trás consigo diversos fatores de risco para o aparecimento de lesões musculoesqueléticas, devido às atividades exercidas, posturas adotadas, além dos movimentos repetitivos durante o trabalho.

O tratamento fisioterápico mostrou se eficaz no combate da dor gerada pela LER/DORT, na melhora da qualidade do sono e na melhora no aspecto funcional.

Como pode ser observado na tabela 1 acima, foram realizados vários procedimentos de tratamento fisioterápico distribuídos em 23 sessões, no tratamento da paciente.

A dor, referida no início do tratamento, que tinha um valor de 10 cm na escala analógica visual do gráfico do eixo y, sofreu um decréscimo de 2 cm na quinta terapia em relação ao valor assinalado na primeira. E sofreu uma redução de 50,73% na décima primeira terapia em relação à quinta, sendo que, na vigésima terceira referia apenas 0,9 cm na escala, mostrando uma redução significativa do quadro álgico (ver Figura 8 abaixo).

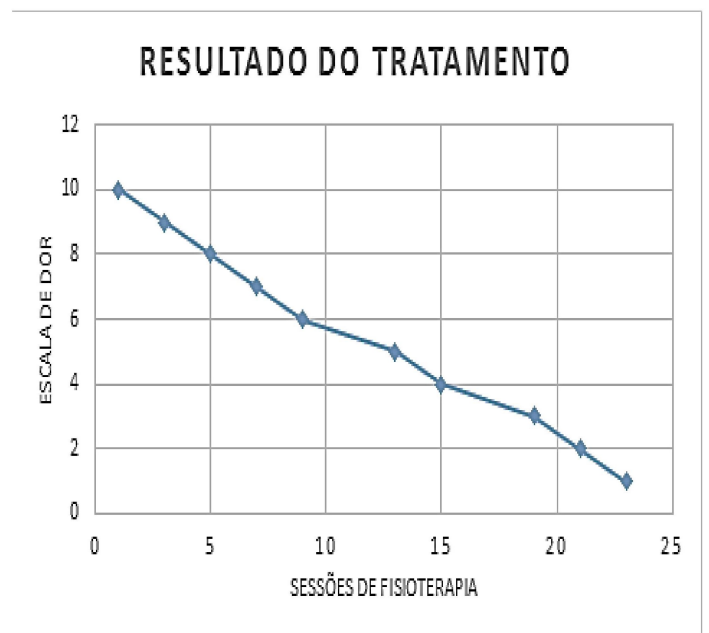


Figura 8: Resultado do tratamento.

Fonte: Autores, (2017).

Além disso, a paciente relata melhora da qualidade do sono referida como má até a décima primeira sessão e, ao final do tratamento esta passou a boa.

A partir da décima segunda sessão verificou-se uma melhora funcional importante, sendo que, no final, a paciente relatou não ter dificuldades para realizar as atividades.

Diante dos resultados obtidos, verificou-se que o tratamento fisioterápico propiciou a redução da queixa dolorosa, principal sintoma que conduziu a paciente à procura de tratamento. Entretanto, vale ressaltar, que a grande maioria dos pacientes procuram o tratamento quando a dor já se encontra em um processo crônico e, portanto, a afecção clínica relacionada ao trabalho encontra-se instalada.

A prevenção é a melhor opção para evitar o aparecimento das patologias. Portanto, acreditamos que as medidas preventivas ou corretivas no ambiente do trabalho, através da avaliação ergonômica, da avaliação dos fatores biomecânicos e antropométricos e dos fatores educacionais frente ao trabalho, ou seja, medidas posturais, condicionamento e reeducação corporal, sejam os melhores procedimentos para tratar e prevenir dos distúrbios relacionados ao trabalho. A partir de um processo de conscientização, tanto por parte dos trabalhadores, empresários e de uma equipe multidisciplinar existe a possibilidade de uma melhor qualidade de vida do trabalhador mesmo diante da modernização do trabalho.

## V. CONCLUSÃO

A revisão bibliográfica confirma a relação entre o aparecimento de DORT e o trabalho no ambiente de cozinha, quando esse é realizado de forma inadequada. Os fatores de risco mais comumente associados ao aparecimento de DORT nos profissionais de cozinha são: manusear recipientes com alimentos, trabalhar muito tempo na mesma posição, realizar uma movimentação repetitiva durante o trabalho. A prevenção é importante para evitar o aparecimento de DORT, e apesar da adoção dessas medidas, podem surgir distúrbios se o ambiente de trabalho não estiver devidamente condicionado aos objetivos de tratamento com as formas corretas de execução.

Assim, a DORT representa a consequência tardia do mau uso crônico de um delicado conjunto mecânico que são os membros superiores e regiões adjacentes, seja pelo uso da força excessiva, por compressão mecânica, posturas desfavoráveis das articulações ou alta repetitividade, salientando que, como fator isolado, o esforço excessivo se mostra mais importante que os efeitos insalubres de cada um.

Neste artigo foi apresentado um estudo de caso sobre LER/DORT, utilizando o tratamento fisioterápico. O tratamento fisioterápico mostrou se eficaz no combate LER/DORT. A paciente submetida ao tratamento reagiu de forma satisfatória, com sintomas diminuídos significativamente, ou seja, sem dor, boa qualidade de sono e melhora no aspectos funcionais, por exemplo, movimento do punho. É importante o desenvolvimento de tratamentos preventivos, pois os casos de LER/DORT aumentam a cada dia. É importante e necessário que as empresas comecem a investir em programas de prevenção. Inúmeros profissionais estão envolvidos neste processo, dentre eles, médicos, engenheiros, projetistas, fisioterapeutas, entre outros.

Os profissionais fisioterapeutas estão a cada dia ganhando mais espaço nas empresas, participando em conjunto

de projetos e sistemas de saúde, segurança, meio ambiente e qualidade de vida.

## VI. REFERÊNCIAS

- [1] Leite, M. de P. **Trabalho e sociedade em transformação: mudanças produtivas e atores sociais**. São Paulo: Fundação Perseu Abramo, 2003.
- [2] Harari, Denise. **Fatores que influenciam a prevalências osteomusculares em trabalhadores de diferentes setores de uma indústria**. São Paulo, USP, 2012. Dissertação (Mestre em Ciências). Universidade de São Paulo, USP, 2012.
- [3] Merlo, Á. R. C.; Lapis, N. L. **A saúde e os processos de trabalho no capitalismo: reflexões na interface da psicodinâmica do trabalho e da sociologia do trabalho**. Psicologia e Sociedade, Porto Alegre, v. 19, n. 1, p. 61-68, jan./abr. 2007.
- [4] Filho, Walter G. & MELO, Sebastião I. L. 2001. **LER/DORT – A Psicossomatização no Processo de Surgimento e Agravamento**. São Paulo. Editora LTr Ltda. 102p.
- [5] Codo, Wanderley & Almeida, Celeste C. G. de. 1995. **LER – Diagnóstico, Tratamento e Prevenção: Uma Abordagem Interdisciplinar**. Petrópolis, RJ. Editora Vozes. 355p.
- [6] O’neill, M. J. **LER/DORT: o desafio de vencer**. São Paulo: Madras, 2003.
- [7] Settimi, M. M.; et al. **Lesões por esforços repetitivos: distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho**. Edição especial. São Paulo: Revista Rede Esperança, 1998.
- [8] Mariano, Rian Narcizo. **Criação e desenvolvimento: Comissão de Reumatologia Ocupacional**, 2011.
- [9] Couto, Claudio Luiz Mendes. **A eficácia da estimulação intramuscular no tratamento da dor miofascial crônica**. Porto Alegre, UFRGS, 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências Médicas). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, 2009.
- [10] Silva, Eujessika Katielly Rodrigues. **Efeitos clínicos e biomecânicos do agulhamento a seco no tratamento da dor miofascial lombar**. Paraíba – Campina Grande, UEPB, 2014. Bacharel (Bacharel em fisioterapia). Universidade Estadual da Paraíba, UEPB, 2014.
- [11] Mendes, Luciane Frizo. **A contribuição da fisioterapia em grupo na recuperação e reabilitação de pacientes com LER/DORT**. São Paulo, USP, 2008. Tese (Doutorado em Ciências). Faculdade de medicina da Universidade de São Paulo, USP, 2008.
- [12] Lima, M.A.G.; Neves, R.; Sá, S.; Pimenta, C. **Atitude frente à dor em trabalhadores de atividades ocupacionais distintas: uma aproximação da psicologia cognitivocomportamental**. Ciência & Saúde Coletiva, v. 10, n. 1, p. 163-173, 2005.

- [13] Marcos, Ghisi. **Análise da Dort em Operadores de Caixas de Supermercado**. Paraná: Pato Branco, UTFPR, 2015. Especialização (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho). Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Departamento Acadêmico de Engenharia da Produção, UTFPR, 2015.
- [14] BRASIL, MINISTÉRIO DA PREVIDÊNCIA SOCIAL. **Conceito, definições e caracterização do acidente do trabalho, prestações e procedimentos**. 1999a. Disponível em: <[http://www1.previdencia.gov.br/pg\\_secundarias/paginas\\_perfis/perfil\\_Empregador\\_10\\_04A5.asp](http://www1.previdencia.gov.br/pg_secundarias/paginas_perfis/perfil_Empregador_10_04A5.asp)>. Acesso em: 31 mar. 2011.
- [15] Chiavegato Filho, L. G.; Pereira Jr., A. **LER/DORT: multifatorialidade etiológica e modelos explicativos. Interface - Comunicação, Saúde, Educação**, São Paulo, v.8, n.14, p. 149-62, set. 2003/fev. 2004.
- [16] Gravina, M. E. R. **LER. Lesões por esforços repetitivos: uma reflexão sobre os aspectos psicossociais. Saúde e Sociedade**, São Paulo, v. 11, n.2, p. 65 – 67, 2002.
- [17] Shiwa, Sílvia Regina. **Perfil do fisioterapeuta do estado de São Paulo**. São Paulo, USP, 2015. Tese (Doutorado em Ciências). Faculdade de medicina da Universidade de São Paulo, USP, 2015.
- [18] BRASIL. Ministério da Saúde. Departamento de Ações Programáticas e Estratégicas. Área Técnica de Saúde do Trabalhador. **Lesões por Esforços Repetitivos (LER) e Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT)**. Brasília, DF, 2001b.
- [19] Maurício, R. B.; Ronaldo, F. O; Cíntia, S. **Incidência de lesões osteoligamentares causadas por ler/dort em estudantes de informática de uma escola de Araçatuba**. UNISALESIANO, 2007.
- [20] Sato, L. **LER: objeto e pretexto para a construção do campo trabalho e saúde**. Cadernos de Saúde Pública, v.17, n. 1, jan./fev. 2001.
- [21] Melzer, Adriana Cristina de Souza. **TRABALHO E DOR OSTEOMUSCULAR: Um estudo em indústrias cerâmicas do município de Pedreira, SP, CAMPINAS**, 2008. Tese (Doutorado em saúde coletiva). Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), FCM – UNICAMP, 2008.
- [22] Mussi, Gisele. **Prevalência de distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (LER/DORT) em profissionais cabeleireiras de institutos de beleza de dois distritos da cidade de São Paulo**. São Paulo, USP, 2005. Tese (Doutorado em Ciências). Faculdade de medicina da Universidade de São Paulo, USP, 2005.
- [23] Costa, F.M.; Viera, M.A.; Sena, R.R. **Absenteísmo relacionado à doenças entre membros da equipe de 183 enfermagem de um hospital escola**. Revista Brasileira de Enfermagem, Brasília-DF, v. 62, n. 1, p. 38-44, jan.-fev, 2009.
- [24] Ameno ET al. **Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (Dor/LER)**. Brasília, 2006. Ministério da Saúde: Secretaria de Atenção à Saúde. Brasília, 2006.
- [25] Antonalia, Cláudio. 2001. **LER/DORT – prejuízos sociais e fator multiplicador do custo no brasil**. São Paulo. Editora LTr Ltda. 78p.
- [26] Pereira, Israel L. 1999. **O Fenômeno DORT na Caixa – Origem, Fatores e Determinantes para Lidar com o Problema**. Bauru, SP. Instituição Toledo de Ensino. Fundação Getúlio Vargas. 40p.
- [27] Martins, Katia Helena. **DORT (Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho) do processo de surgimento ao agravamento**. Brasília, UNICEUB, 2002. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas). Faculdade de Ciências da Saúde, Brasília, 2002.
- [28] **Política Nacional De Segurança e Saúde Do Trabalhador – PNSST**, Brasília, 2004. Disponível em: [http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/insumos\\_portaria\\_1nterministerial\\_800.pdf](http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/insumos_portaria_1nterministerial_800.pdf). Acesso: 18/06/2017.
- [29] Turner, J.A.; Franklin, G.; Fulton-Kehoe, D.; Egan, K.; Wickizer, T.M.; Lymp, J.F.; Sheppard, L.; Kaufman, J.D. **Prediction of chronic disability in workrelated musculoskeletal disorders: a prospective, populationbased study. Biomed Central Musculoskeletal Disorders**. v.5, n.14, 2004.
- [30] Salim, C.A. **Doenças do Trabalho exclusão, segregação e relações de gênero**. São Paulo em Perspectiva, v.17, n. 1, p.11-24, 2003.
- [31] Alves, M.; Godoy, S.C.B. **Procura pelo serviço de atenção à saúde do trabalhador e absenteísmo – doença em um hospital universitário**. Revista Mineira de Enfermagem, v. 5, n. 1, p. 73-81, 2001.
- [32] Cheng, A.S.K.; Hung, L.K. **Socio-demographic predictors of work disability after occupational injuries**. Hong Kong Journal of Occupational Therapy. v.17, n. 2, p. 45–53, 2007.
- CHEREM, A.J. **A Prevenção do Pathos: uma Proposta de protocolo para diagnóstico dos DORTs**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis – SC, 1997.
- [33] Walsh, I.A.P.; Corral, S.; Franco, R.N.; Canetti, E.E.F.; Alem, M.E.R.; Coury, H.J.C.G. **Capacidade para o Trabalho em indivíduos com lesões músculo-esqueléticas crônicas**. Revista de Saúde Pública. v. 38, n. 2, p.149-56, 2004.
- [34] Rossi, E.Z. **Reabilitação e reinserção no trabalho de bancários portadores de LER/DORT: Análise Psicodinâmica**. Tese de doutorado. Programa de Pós-graduação em Psicologia Social do Trabalho e das Organizações do Instituto de Psicologia da Universidade de Brasília, UnB. Brasília, 2008.
- [35] Norma Regulamentadora Número 6. **Equipamento de Proteção Individual – EPI**. Disponível em: <

<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR6.pdf> >  
Acesso em 26 jun. 2017.

[36] Meriot, S.A. **Le cuisinier nostalgique: Entre restaurant et cantine**. Paris: CNRS Éditions, 2002, 332 p.

[37] Assunção, Marilena Pacheco. **O fazer do cozinheiro: um estudo qualitativo em ergonomia**. Santa Catarina, UFSC, 2008. Tese (Doutorado em Engenharia da produção). Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, 2008.

[38] Silva, André Felipe Santos da. **A atuação da fisioterapia no tratamento da artrite reumatoide: uma revisão bibliográfica**. Santa Maria – RS, UNIFRA, 2011. Centro Universitário Franciscano – UNIFRA, 2011.

[39] Mendes, L.F. Casarotto. R.A. **Tratamento fisioterápico em distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho: um estudo de caso**. Rev. Fisioter. Univ. São Paulo, v. 5, n. 2, p. 127-32, Jul. / dez., 1998.

[40] <<http://www.minhavidacom.br/saude/perguntas/24285-qual-a-incidencia-da-doenca-tendinite-no-brasil>> Acessado em 26 de setembro de 2015.

[41] Maciel RH. **Ergonomia e Lesões por Esforços Repetitivos**. In: Codo WE, Almeida MCCG. *LER – Lesões por Esforços Repetitivos*. Petrópolis: Vozes; 1995. p. 163 – 2001.

[42] Mattoso, J. **A Desordem do Trabalho**. Editora Página Aberta, 1995.



## The environmental perception of Law students: case study with freshmen and senior students in a private university in Manaus

Mariane Vieira da Silva<sup>1</sup>, José Heder Benatti<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciência e Meio Ambiente do Instituto de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Federal do Pará (PPGCMA/ICEN/UFPa). Bairro Guamá. CEP: 66075-110. Caixa Postal 479. PABX +55 91 3201 7000. Belém – Pará – Brasil.

Email: [marianevs@hotmail.com.br](mailto:marianevs@hotmail.com.br)

**Received:** August 5<sup>th</sup>, 2017

**Accepted:** September 25<sup>th</sup>, 2017

**Published:** September 30<sup>th</sup>, 2017

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

This article aims to present a case study about the environmental perception on law students, on freshmen and senior students, in a private university in Manaus/AM. The data, collected through a closed questionnaire have provided a detailed picture about their perception on environment legal concept and its professional qualification importance. The findings revealed the despite the students knowledge, they still need to improve their perception in real actions involving social-legal-environmental activities.

**Keywords:** Environment, Environmental Perception, Law, Environmental Concept

### A percepção ambiental de acadêmicos de Direito: um estudo de caso com calouros e formandos de uma faculdade particular de Manaus

### RESUMO

Este artigo tem como finalidade apresentar um estudo de caso sobre a percepção ambiental de alunos de Direito, com calouros e formandos, de uma faculdade particular de Manaus/AM. Os dados foram coletados através de um questionário fechado e ofereceram um diagnóstico da sua percepção do conceito legal de meio ambiente e da importância na formação profissional. Os resultados revelaram que mesmo com o conhecimento dos alunos, eles ainda precisam melhorar sua percepção em ações reais que envolvam atividades sócio-legal-ambientais..

**Palavras-chave:** Meio Ambiente, Percepção Ambiental, Direito, Conceito de meio ambiente.

## I. INTRODUÇÃO

O estudo da percepção ambiental teve a sua evolução e importância ampliada a partir de 1973, quando a UNESCO criou o Projeto 13 – *Man and biosphere* reconhecendo como ferramenta válida e indicada para o planejamento das ações em meio ambiente [1]. Para [1] acrescenta que conhecer o grau de envolvimento com o meio ambiente é fundamental para entendermos a forma como a mente percebe a natureza.

Percepção ambiental é a tomada de consciência acerca do meio ambiente pelo indivíduo [2]. No campo educacional o seu estudo gera informações que podem servir de base para sensibilização e compreensão do meio ambiente a partir do desenvolvimento de percepção [1]. Frente a tantas mudanças ambientais que o planeta vem sofrendo é preciso que se formem profissionais cada vez mais atentos às causas ambientais. Na esfera jurídica não poderia ser diferente, [3] propõe que deve ser

agregado um viés de realidade ao ensino classicamente positivista das letras jurídicas nas questões emergenciais ambientais

O estudo da percepção ambiental dos acadêmicos de Direito pode trazer informações que sirvam para agregar valor ao olhar desses futuros profissionais. E dar validade à abordagem pedagógica utilizada no decorrer da sua formação universitária, uma vez que a percepção é o somatório de experimentações, vivências e lições adquiridas [4].

Este estudo buscou reconhecer o olhar dos discentes sobre a sua própria percepção ambiental, a capacidade de identificá-la no currículo jurídico, o reconhecimento da importância desse tema na sua formação e se ao final do curso apresentam alguma intenção de atuação na área jurídico-ambiental.



## II. REFERENCIAL TEÓRICO

Percepção é um termo que deriva do latim *perception*, traduz o ato de perceber, compreender, tomando consciência de dado fenômeno ou objeto. É o resultado de um contato particular e revela o modo de acesso que cada pessoa utiliza para incorporar o novo para si [5].

A doutrina conceitua percepção ambiental e indica como seu objetivo principal a compreensão de fatores e mecanismos que terminam levando o ser humano a olhar, sentir, agir e reagir de forma diferente em relação ao meio [2].

As pesquisas em percepção ambiental terminam por contribuir com o uso mais racional dos recursos naturais, com a participação de toda sociedade, com o desenvolvimento e planejamento regional, e, também, no registro e preservação das percepções e dos sistemas de conhecimento do ambiente [6].

O Direito como ciência social dinâmica tem nas leis e normas formas de representação no cotidiano social, assim, os conceitos e definições utilizados por ele também sofrem transformações conforme são adequados ao tempo e interesses da sociedade [7].

A compreensão e o conceito de meio ambiente sofrem adaptações a depender do contexto social, temporal e da identificação com a atividade degradante. Fomentar uma compreensão crítica da conceituação é uma atividade que necessita ser feita juntamente ao discurso de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável agregando um olhar interdisciplinar aos avanços científicos da racionalidade e do saber ambiental [8].

É imprescindível que os paradigmas sejam mudados e o efeito antropogênico intrínseco seja inserido como parte obrigatória, não apenas da conceituação, como do desenvolvimento da degradação ambiental do planeta. A proposta de uma visão que não aliene os efeitos da relação do homem com o meio e que o leve a transmutar o seu pensamento de assimilação e finitude dos recursos naturais terrestres [9].

Assim, proteger o meio ambiente é proteger a própria sobrevivência do ser humano, e, para tutelar esse bem jurídico é preciso compreender as principais visões que o traduzem e a sua relação com o homem. Historicamente fincada em características antropocêntricas, nos dias atuais, vem passando por transformações sendo abrandada por um antropocentrismo mitigado que leva em conta o bem estar das gerações futuras e/ou dos animais. Apresentando também outro extremo, o não-antropocentrismo, composto pelo biocentrismo e ecologismo que procuram focar na natureza como um todo, envolvendo seres humano e os meios abióticos [10].

O ensino jurídico precisa agora adequar-se à realidade e necessidades atuais, em busca de um modelo misto normativo com o intuito de superar os limites físicos e acadêmicos da Universidade e conjugar uma formação eclética, reflexiva crítica e prática no futuro profissional do acadêmico de Direito [11].

A aplicação de uma visão interdisciplinar ambiental no ensino do Direito precisa ser repensada de modo mais efetivo, atrativo e cativante à esfera acadêmica. É preciso repensar a academia e trabalhar ainda na universidade uma formação ambiental com o aluno de Direito o que possibilitaria a construção do senso crítico que se almeja em qualquer classe universitária [12].

A teoria deve estar ligada à prática, de forma que os problemas sociais sejam abordados em sala de aula “dando vida” à letra seca da lei. Assim, o ensino jurídico estaria preparando alunos para o universo além dos muros da Universidade, desenvolvendo capacidade crítica e transformadora direcionada ao bem universal comum, ou seja, o ambiente [13].

O estudo da percepção ambiental dos discentes acerca do tema meio ambiente possibilita compreender a capacidade

que este tem de perceber que faz parte desse universo e com que olhar recebe essas informações na graduação, desse modo, adquirindo, ou não, a noção da responsabilidade ambiental geradora de uma participação atuante como cidadão e como futuro profissional.

## III. MATERIAIS E MÉTODOS

A referida pesquisa utilizou a metodologia descritiva de natureza quali-quantitativa através da análise de um estudo de caso, onde os dados levantados ofereceram a oportunidade de quantificar e integrar uma leitura qualitativa das medidas obtidas. Houve uma prévia consulta bibliográfica e documental incluindo artigos científicos, teses, dissertações e periódicos nas áreas do Direito e Meio Ambiente.

O estudo foi realizado com calouros e formandos de Direito de uma universidade particular de Manaus, através da aplicação de um instrumento fechado *in loco* contendo perguntas de múltipla escolha. A faculdade à época tinha 1.472 alunos matriculados no curso, sendo destes, quarenta e seis (46) calouros e cento e cinquenta (150) formandos, e, para coleta e análise dos dados estudou-se um universo de 30% de cada grupo amostral.

A escolha desses dois grupos distintos foi justificada pela expectativa de comparar a evolução do conceito e das questões que envolvem o tema meio ambiente entre os alunos que ingressam e os que saem da instituição, e, ainda, observar se o entendimento da importância do estudo de questões ambientais na formação do profissional de Direito estava presente em algum dos dois grupos.

O instrumento principal continha questões que procuraram investigar além da qualificação dos entrevistados, também a sua percepção da presença do meio ambiente no seu cotidiano como cidadão e na sua formação como aluno de Direito. A última questão foi proposta no modelo de itens/proposições revelando o nível de concordância dos discentes em relação a temas ambientais sendo avaliadas com auxílio da escala Likert de 5 opções.

A opção pela escala de Likert justificou-se por ser a mais utilizada em mensurações de atitudes nas ciências ambientais, tendo como vantagem de ser de fácil manuseio no trabalho com o grau de concordância dos sujeitos sobre uma proposição qualquer [14].

Após a coleta, os dados do constructo foram tabulados com o auxílio do programa Microsoft Office EXCEL 2010. Foram feitas análises de estatística descritiva confirmando a variância, o desvio padrão e o coeficiente de variação dos dados obtidos, bem como, confirmado a coeficiente de confiabilidade do alfa de Cronbach gerando segurança para a leitura e interpretação das respostas.

## IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES.

### IV.1 QUALIFICAÇÃO DO PERFIL DOS DISCENTES.

As primeiras questões procuraram traçar um breve perfil dos discentes que participaram do estudo, quanto ao sexo e a idade desses participantes, como mostra a Tabela 1. Tem-se, em resumo, uma leve preponderância de mulheres sobre homens. Há entre os calouros uma quantidade bem expressiva de indivíduos jovens até 21 anos, que já era uma expectativa nessa pesquisa, frente a um grupo de formandos heterogêneo quanto à idade, mas, com uma quantidade significativa de elementos adultos com 31 anos ou mais.

Tabela 1. Distribuição dos estudantes que participaram da pesquisa por sexo e idade.

| Característica dos estudantes |              | Calouros (n) | Formandos (n) |
|-------------------------------|--------------|--------------|---------------|
| Sexo                          | Feminino     | 7            | 26            |
|                               | Masculino    | 7            | 19            |
| Idade                         | 18 – 21 anos | 10           | 14            |
|                               | 22 – 24 anos | 1            | 16            |
|                               | 25 – 27 anos | 1            | 1             |
|                               | 28 – 30 anos | 1            | 4             |
|                               | 31 ou + anos | 1            | 10            |

Fonte: Autores, (2016).

#### IV.2 PERCEPÇÃO AMBIENTAL: CONCEITO DE MEIO AMBIENTE.

A proposta da quarta questão foi identificar como os discentes compreendem o conceito de meio ambiente e a abordagem escolhida envolveu a utilização de definição e termos comuns à esfera jurídica. Como proposições foram inseridos conceitos: legal, doutrinário e de abordagem complexa como demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2. Relação das conceituações utilizadas.

|   |   |
|---|---|
| PNMA – Art.3º., I   | o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas   |
| Classificação – José Afonso da Silva<br>Meio ambiente artificial        | constitui o espaço urbano construído, incluindo o conjunto de edificações, espaço urbano fechado, e os equipamentos públicos, que são as ruas, praças, áreas verdes, ou seja, espaço urbano aberto  |
| Classificação – José Afonso da Silva<br>Meio ambiente cultural          | o meio ambiente cultural, integrado pelo patrimônio histórico, artístico, arqueológico, paisagístico, turístico, que, embora artificial, em regra, como obra do homem, difere meio ambiente artificial pelo sentido de valor especial que adquiriu ou de que se impregnou |
| Classificação - José Afonso da Silva<br>Meio ambiente natural ou físico | o meio ambiente natural ou físico, constituído pelo solo, a água, o ar atmosférico, a flora, enfim, pela interação dos seres vivos e seu meio   |
| Conceito filosófico - Enrique Leff                                      | as relações complexas e sinérgicas geradas pela articulação dos processos de ordem física, biológica, termodinâmica, econômica, política e cultura  |

Fonte: Autores, (2016).

Na aplicação *in loco* do questionário, os grupos foram orientados que não haveria uma resposta correta ao item, pois, tratava-se do entendimento pessoal dos entrevistados acerca do conceito.

Tabela 3. Relação dos conceitos ambientais em percepção dos discentes.

| Itens   | Visões ambientais |
|---|-------------------|
| a Conceito legal – P. N. M. A. – Art. 3º., I                              |                   |
| b Classificação – José Afonso da Silva<br>Meio ambiente artificial        |                   |
| c Classificação – José Afonso da Silva<br>Meio ambiente cultural          | Antropocêntrica   |
| d Classificação - José Afonso da Silva<br>Meio ambiente natural ou físico |                   |
| e Conceito filosófico - Enrique Leff                                      | Ecocêntrica       |

Fonte: Autores, (2016).

Os dois grupos revelaram uma compreensão eminentemente naturalista – Antropocêntrica - do termo, sobremaneira os calouros, que marcaram em sua maioria o item d – Meio ambiente Natural (físico). Entre os formandos os resultados foram mais distintos, ainda se revela uma posição naturalista, principalmente se somarmos os itens a + d, contudo, as respostas não mais se polarizaram em apenas uma proposição o que indicou uma amplitude de percepção sobre esse grupo.

Tabela 4. Distribuição da compreensão do conceito de meio ambiente.

| Compreensão de Meio Ambiente | Calouros   |       | Formandos  |       |
|------------------------------|------------|-------|------------|-------|
|                              | Frequência | %     | Frequência | %     |
| a.Legal                      | 1          | 7,14  | 15         | 33,33 |
| b.Artificial                 | 1          | 7,14  | 1          | 2,22  |
| c.Cultural                   | 2          | 14,29 | 9          | 20,00 |
| d.Natural                    | 9          | 64,29 | 11         | 24,44 |
| e.Complexo                   | 1          | 7,14  | 9          | 20,00 |
| Total                        | 14         | 100   | 45         | 100   |

Fonte: Autores, (2016).

O item e. traz um conceito complexo de ambiente, mais elaborado e atual, proposto por Enrique Leff, representando na pesquisa uma das propostas de visão ecocêntrica ambiental que muitos teóricos apontam como necessária à crise ambiental em que passa o planeta. A percepção desse conceito entre o primeiro grupo ainda foi tímida, e mesmo no segundo grupo não se apresentou como a de maior destaque, porém, analisando comparativamente já se pôde evidenciar um desenvolvimento na percepção ambiental do aluno calouro para o aluno finalista.

#### IV.3 PERCEPÇÃO AMBIENTAL: ALUNO X MEIO AMBIENTE X CURSO DE DIREITO.

Um dos objetivos da pesquisa foi diagnosticar a capacidade de articulação apresentada pelos acadêmicos sobre a transversalidade dos temas ambientais e as disciplinas jurídicas cursadas. Para tanto, o estudo relacionou as proposições vinculando-as ao art. 5º.,II da Resolução do Conselho Nacional de Educação/ Câmara de Educação Superior (CNE/CES) no. 9 de 29 de setembro de 2004, as chamadas disciplinas do Eixo de Formação Profissional listadas na Tabela 5., e, pediu que os alunos indicassem qual ou quais delas poderiam ser estudadas com interdisciplinaridade ambiental.

Tabela 5. Relação das disciplinas do eixo de formação profissional.

| Resolução do Conselho Nacional de Educação/ Câmara de Educação Superior (CNE/CES) no. 9 de 29 de setembro de 2004 - Art. 5º.,II | Formandos (%) | Calouros (%) |
|---|---------------|--------------|
| Direito Constitucional  | 69            | 50           |
| Direito Administrativo  | 42            | 29           |
| Direito Tributário  | 16            | 22           |
| Direito Penal   | 36            | 29           |
| Direito Civil   | 36            | 36           |
| Direito Empresarial   | 33            | 22           |
| Direito do Trabalho   | 16            | 4            |
| Direito Internacional   | 40            | 57           |
| Direito Processual  | 16            | 22           |

Fonte: Autores ,(2016).

Fazendo um levantamento das disciplinas apontadas nos dois extremos da pesquisa, as com mais de 50% e as com menos de 25% encontramos:

- entre os calouros: com mais de 50% apenas as disciplinas de Direito Internacional (57%) e Direito Constitucional (50%) e com menos de 25% as disciplinas Direito do Trabalho (14%), Direito Processual (22%), Direito Empresarial (22%) e Direito Tributário (22%);

- entre os formandos: apenas a disciplina de Direito Constitucional obteve destaque com 69%, as restantes ficaram abaixo da metade das escolhas no universo de estudo, sendo que quatro não alcançaram nem mesmo o patamar de um quarto das opções marcadas, foram elas: Direito do Trabalho, Direito Tributário e Direito Processual, todas com 16% das opiniões.

O fato dos calouros serem neófitos no mundo jurídico facilita a compreensão de que apenas duas disciplinas tenham aparecido com mais ênfase de possível interdisciplinaridade, principalmente Direito Constitucional, que é uma das primeiras do eixo de formação profissional a ser inserida na grade curricular. E a publicidade das causas ambientais destacadas pela mídia nacional e internacional, talvez seja uma explicação para a disciplina Direito Internacional ter sido a primeira mais marcada pelos iniciantes.

Ainda sobre as disciplinas que apareceram em destaque, compreender a relação estreita entre Direito Constitucional e o meio ambiente, é o que se esperaria como resultado nas respostas do grupo dos finalistas e foi o que se demonstrou. Entretanto, apenas esta foi alvo de mais da metade das respostas, a porcentagem das outras disciplinas é baixa e faz deduzir que essa parcela da amostra não consegue correlacionar as demais disciplinas às questões ambientais.

Como similaridade entre os grupos foi observado que três disciplinas aparecem em menos de um quarto das opções, as disciplinas de Direito: Empresarial, Processual, Tributário e do Trabalho.

#### IV.4 PERCEPÇÃO DAS QUESTÕES AMBIENTAIS E FORMAÇÃO ACADÊMICA.

A última questão do instrumento de pesquisa levou os respondentes a manifestarem seu nível de concordância sobre alguns temas ambientais em relação a sua formação acadêmica e futura atuação profissional, foram chamados a optar entre uma de cinco opções que variaram entre: concordo totalmente, concordo, sem opinião, discordo e discordo totalmente.

No que diz respeito à consistência interna do questionário, os itens foram analisados estatisticamente, em grupo e item por item, seguindo a opção de cada participante, os resultados presentes na Tabela 7 revelam um Coeficiente alfa de Cronbach aproximado de 1,0 para as duas amostras, o que abona a homogeneidade tanto do constructo quanto das respostas dos participantes.

Tabela 7. Resultado da análise de confiabilidade pelo Coeficiente Alfa de Cronbach.

| Grupo     | Itens | Alfa  |
|-----------|-------|-------|
| Calouros  | 14    | 0,874 |
| Formandos | 45    | 0,948 |

Fonte: Autores, (2016).

Dos cinco itens analisados o que apresentou menor desvio padrão entre calouros e formandos foi o item “Eu também sou responsável pelo meio ambiente”, demonstrando que as duas parcelas amostrais tem uma percepção que tende a uma visão mais ecocêntrica de meio ambiente percebendo-se como parte e não aparte do todo ambiental.

Entretanto, cabe destacar que os dois grupos revelaram na pesquisa uma percepção ainda muito ligada ao positivismo jurídico, pois, calouros e formandos informaram concordar com a opção “Criando mais leis ambientais o meio ambiente ficará mais protegido”. Esse resultado, ainda que, aparentemente conflitante com as análises anteriores tende a apontar para a necessidade de maior inserção da prática ambiental junto a sua formação acadêmica.

Pôde ser observado nas respostas dos calouros que ao entrarem na faculdade demonstram pouco conhecimento da sua proposta ambiental, bem como, discordaram da possibilidade de vir a atuar em alguma área jurídica relativa ao meio ambiente.

Porém, o andamento do curso parece oferecer subsídios que melhoraram esse nível de percepção. É o que se abstrai entre os formandos na avaliação dos itens “Essa instituição de ensino tem preocupação com a presença da temática ambiental na grade curricular”, e, “Depois de formado (a) considero atuar na área jurídica ambiental” onde os coeficientes de variação e desvio padrão apresentaram uma diminuição se comparado aos resultados obtidos com o dos calouros.

O item “Estudar o meio ambiente é fundamental para minha formação acadêmica” também apresentou baixos desvios e coeficientes de variação entre as duas amostras de estudo, deste resultado pode ser apurado que existe o reconhecimento da importância do estudo das temáticas ambientais durante sua formação profissional.

#### V. CONCLUSÃO

A percepção dos acadêmicos do curso de Direito analisado demonstrou-se de modo geral, satisfatória, o reconhecimento do meio ambiente no seu entorno e a importância do seu estudo esteve presente em todo o trabalho.

Porém, comparando calouros e formandos foi possível identificar que há a necessidade de observar algumas ações quanto à interdisciplinaridade curricular ambiental e a presença da forte ênfase positivista no curso, o que caracterizaria uma percepção seletiva do meio ambiente.

Concluindo, a percepção ambiental é ampliada conforme são ampliados a faixa etária e o período acadêmico, porém, a interdisciplinaridade ambiental restou carente de compreensão mesmo entre os concluintes do curso, demonstrando que a educação formal pode contribuir com a capacidade de reflexão crítica, mas precisa ser trabalhada de forma diversa aliando cada vez mais a teoria à prática, ampliando a visão dos acadêmicos, já que o objetivo é a formação de futuros profissionais aptos às diversas demandas contemporâneas.

#### VI. REFERÊNCIAS

[1] Rodrigues, M.L; Malheiros, T.F.; Fernandes, V; Darós, T.D. **A percepção ambiental como instrumento de apoio na gestão e formulação de políticas ambientais.** Saúde e Sociedade. V.21, supl.3, Dez. 2012. p. . Disponível em: <www.scielo.br/pdf/sausoc/v21s3/09.pdf>. Acesso em: 31 de julho de 2016.

[2] Jesus, A. J. F. de. **Do Timor-Leste a Paraíba: percepção ambiental e as representações sociais de meio ambiente de professores e educandos do ensino médio.** Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa: PB. 2013 Disponível em: <http://tede.biblioteca.ufpb.br:8080/bitstream/tede/4711/1/ArquivoTotal.pdf>. Acesso em: 15 de agosto de 2016.

- [3] Paiva, K.C.M; Lage, F.P; Santos, S.N; Silva, C.R.V. **Competências profissionais e interdisciplinares no Direito: percepções de discentes de uma faculdade particular mineira.** Revista Educação e Pesquisa. São Paulo, v.37, n.2, p.355-373, mai./ago. 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ep/v37n2/v37n2a10.pdf>>. Acesso em: 12 de junho de 2016.
- [4] Brito, Fernando de Azevedo Alves. **A percepção ambiental de professores e alunos e a educação ambiental no curso de direito da Faculdade X: um estudo de caso no sudoeste da Bahia.** 2013. p.23. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais, Área de Concentração em Meio ambiente e Desenvolvimento). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, BA. Disponível em:<[www.uesb.br/ppgca/dissertacoes/2013/fernando.pdf](http://www.uesb.br/ppgca/dissertacoes/2013/fernando.pdf)> Acesso em: 17 de julho de 2016.
- [5] Martins, L. T. dos R. **Percepção e educação ambiental: contribuições metodológicas para o estudo das relações entre áreas naturais protegidas e instituições de ensino.** 2015. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Rio Claro: SP. Disponível:<<http://www.athena.biblioteca.unesp.br/exlibris/bd/cathedra/03-05-016/000864727.pdf>>. Acesso: 20 de agosto de 2016.
- [6] Oliveira, J. E. F. **Percepção e ações educativas em ambientes escolares: enfoques aos documentos legais determinantes em área de proteção ambiental.** 2013. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal : RN. Disponível em: <<http://repositorio.ufrn.br:8080/jspui/handle/123456789/18242>>. Acesso em: 18 de agosto de 2016.
- [7] Derani, Cristiane. **Direito Ambiental Econômico.** São Paulo: Saraiva, 3ª. ed. 2008. p.02-03.
- [8] LEFF, Enrique. **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder.** Petrópolis, RJ: Vozes, 2001. p.13.
- [9] Sparenberg, R.F.L.; Silva, D.A.da. **A relação, meio ambiente, desenvolvimento e o papel do direito ambiental.** Revista Veredas do Direito. Escola Superior Dom Helder Câmara. Belo Horizonte, v.2, n.4, p.89, Julho-Dezembro. 2005. Disponível em: <[www.domhelder.edu.br/veredas\\_direito/pdf/22\\_109.pdf](http://www.domhelder.edu.br/veredas_direito/pdf/22_109.pdf)>. Acesso em: 16 de junho de 2016.
- [10] Benjamin, A.H. **A Natureza no Direito Brasileiro: coisa, sujeito ou nada disso.** Revista do Programa de Pós-Graduação em Direito da UFC. Vol31. N.1. jan – jun, 2011. p. 79 – 96. Disponível em:<<http://www.periodicos.ufc.br/index.php/nomos/article/view/398/380>>. Acesso em: 18 de agosto de 2016.
- [11] Andrade, Carolina Machado; Bonfim, Priscila Hélen Guimaraes; Costa, Jackson Fagner de Assis ; Ruas, Heloísa de Amorim Artacho; SANTOS, Maria Luiza Ramirez; Torres, Vânia. **Perfil dos acadêmicos do 10 período do curso de direito de uma instituição particular de ensino superior, face às novas exigências do profissional de direito na atualidade.** In: Rev. Multitexto, Minas Gerais, v.2, n.01, p. 50-55, out/2013. Disponível em:<[issuu.com/eadunimontes/docs/completo\\_multitexto](http://issuu.com/eadunimontes/docs/completo_multitexto)>. Acesso em: 12 de agosto de 2016.
- [12] Oliveira, J.C. **Autonomia do Direito Ambiental: Necessidade da sua obrigatoriedade no ensino jurídico brasileiro ante a sociedade de risco.** Dissertação (Mestrado em Relações Sociais e Novos Direitos, Subárea Núcleo Interdisciplinar de Pesquisa e Extensão em Direito Ambiental e Direito Animal). Universidade Federal da Bahia. Salvador, BA. 2011. p.28. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/10715>> Acesso em: 26 de julho de 2016.
- [13] Marocco, A. de A. L. **Ensino jurídico no Brasil: desafios à formação do profissional do Direito no Século XXI.** 2011. p. 97. Dissertação (Mestrado em Direito). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: SC. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/94758/299272.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 28 de julho de 2016.
- [14] Junior, S.D. da S.; Costa, F.J. **Mensuração e e escalas de verificação: uma análise comparativa das escalas de Likert e Phrase Completion.** PMKT Revista Brasileira de Pesquisas de Marketing, Opinião e Mídia. V.15, p. 1-16, outubro, 2014. Disponível em: [www.revistapmkt.com.br](http://www.revistapmkt.com.br). Acesso: 02 de setembro de 2016.
- [15] BRASIL. **Resolução CNE/CES nº 9/2004.** 2004. Disponível em:<[http://www.portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rces09\\_04.pdf](http://www.portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rces09_04.pdf)>. Acesso em: 20 de julho de 2016.



## Implementation of a sewage treatment station in the Ayapuá set in the city of Manaus

Elen Carolina Soares Machado<sup>1</sup>, Maria do Perpétuo Socorro Lamego Vasconcelos<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Laureate International Universities (UNINORTE). Av. Joaquim Nabuco, 1270, Centro, Manaus – AM. Brasil, CEP:69020-030

Email: [elencarolina.machado@hotmail.com](mailto:elencarolina.machado@hotmail.com)

Received: June 20<sup>th</sup>, 2017

Accepted: September 25<sup>th</sup>, 2017

Published: September 30<sup>th</sup>, 2017

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

The almost inexistence of sewage collection networks in the city of Manaus, as well as the serious consequences to public health and the environment, makes it necessary to establish sewage networks capable of minimizing and trying to solve such problems. The objective of this article is to implement an Sewage Treatment Plant in the Ayapuá Complex, which does not have a satisfactory sewage treatment system, has only sewage collection boxes and all household waste is disposed of directly In the igarapé of the region, without any type of suitable treatment. And located in the neighborhood of Compensa I, in the city of Manaus, in the state of Amazonas. Using a primary an Sewage Treatment Plant, with a septic tank with anaerobic filter, adopting the design for a residential complex consisting of masonry and reinforced concrete with natural filtering aggregates. The methodology has an applied nature since it seeks to solve the specific problem of a lack of sewage collection network in the city of Manaus, specifically in the western part of the Amazonian capital. Calculation tables and graphs will be used to demonstrate the feasibility of applying the mentioned method in this article. As a result the viability of the implementation of the project of the sewage treatment plant is verified, as well as the reduction of the pollution level of the wastewater in that specific region.

**Keywords:** Sewage Treatment Plant, Anaerobic filter, Sewage treatment.

### Implantação de uma estação de tratamento de esgoto no Conjunto Ayapuá na Cidade de Manaus

#### RESUMO

A quase inexistência de rede coletoras de esgotos na cidade de Manaus, bem como as graves consequências à saúde pública e ao meio ambiente, faz necessária a implantação de redes de esgotos capazes de minimizar e tentar solucionar tal problemática. O presente artigo tem como objetivo a implantação de uma Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) no Conjunto Ayapuá, que o mesmo não possui um sistema de tratamento de esgoto satisfatório, possui somente caixas coletoras de esgoto e que todos os resíduos domésticos são despejados diretamente no igarapé da região, sem nem um tipo de tratamento adequado. E localizado no bairro da Compensa I, na cidade de Manaus, no estado do Amazonas. Utilizando uma ETE primária, com tanque séptico com filtro anaeróbio, adotando o dimensionamento para um conjunto residencial constituída de alvenaria e concreto armado com agregados naturais filtrantes. A metodologia possui natureza aplicada uma vez que procura solucionar o problema específico falta de rede de coleta de esgotos na cidade de Manaus, especificamente na zona oeste da capital amazonense. Serão utilizadas tabelas de cálculo e gráficos para demonstrar a viabilidade para a aplicação do referido método presente neste artigo. Como resultado verifica-se a viabilidade da implementação do projeto da estação de tratamento de esgotos, bem poderá ser verificada a diminuição do nível de poluição das águas despejadas naquela região específica.

**Palavras Chaves:** ETE, Filtro Anaeróbio, Tratamento de esgoto.

## I. INTRODUÇÃO

No que se refere às questões ambientais, o tratamento de esgotos assume papel preponderante para que os grandes danos cometidos pelo homem no meio ambiente sejam reduzidos sobremaneira.

Quando se trata de esgotos sanitários temos referências muito antigas que remontam o período romano, especificamente a Cloaca Máxima de Roma que data de aproximadamente 6 séculos antes de Cristo, ou seja, o tratamento de esgotos não é algo supostamente novo [1]. Sua origem remonta períodos muito anteriores ao surgimento da civilização ocidental como conhecemos hoje, o que pode ser demonstrado pela preocupação acerca dessa necessidade que perpassa as barreiras dos séculos. Com relação ao panorama brasileiro, apesar de o meio empresarial ainda considerar problemas ambientais como secundários, a partir de 1980, as organizações passaram a sofrer influência direta da regulamentação governamental, proporcionando, com isso, uma mudança progressiva em seu ambiente de negócios [2].

O maior dos problemas quando se trata do despejo de esgotos em corpo receptores, como por exemplo rios e igarapés, é o processo natural que ocorre quando do lançamento de dejetos nestes cursos d'água. A ação das bactérias acaba por retirar todo o oxigênio presente na água e determinar a qualidade da água, no entanto a capacidade de certos microrganismos para degradar substâncias orgânicas tóxicas é muito limitada [3]. Assim, a introdução de matéria orgânica em um corpo d'água resulta indiretamente no consumo de oxigênio dissolvido. Tal situação ou processo acaba por permitir que esses corpos receptores percam oxigênio o que acarreta a poluição daquelas águas e implicação relativa ao uso dessas mesmas águas [4].

As bactérias são os principais constituintes dos flocos biológicos, o equilíbrio entre bactérias formadoras de flocos e as filamentosas é determinante para que os flocos apresentem boa estrutura, compacta e robusta [5]. Quando o corpo receptor não é capaz de assimilar a grande quantidade de esgoto despejado em suas águas temos a impossibilidade da autodepuração e a provável caracterização da poluição. Sintetiza afirmando que a capacidade de assimilação do corpo d'água pode ser utilizada até um ponto aceitável e não prejudicial, não sendo admitido o lançamento de cargas poluidoras acima deste limite.

O tratamento adequado de esgoto sanitário assume papel relevante nos dias atuais, uma vez que é cada vez mais necessária a aplicação de técnicas, ainda que descentralizadas, para diminuir a baixa quantidade de esgotos sanitários no Brasil.

Assim, fica claro que há a necessidade de serem implementados métodos que possam suprir essa necessidade, para que assim, tais objetivos sejam atingidos. É importante que sejam observadas as técnicas que possam se adequar às necessidades e características de cada região [6]. O país ainda não possui uma presença significativa de consumidores verdes para que se configurem num verdadeiro estímulo à sujeição empresarial ao imperativo ecológico. Mesmo que alguns insistam em afirmar o contrário, o consumidor verde no Brasil ainda é uma incógnita, não se sabe, se ele existe de fato e em qual proporção [7].

É importante frisar as diferenças entre esgoto doméstico e esgoto industrial. É considerado esgoto doméstico o despejo líquido resultante do uso da água para higiene e necessidades fisiológicas humanas. Denomina-se esgoto industrial o despejo líquido resultante dos processos industriais, respeitados os padrões de lançamentos estabelecidos [8]. Desta forma, em termos regionais, notadamente a região das aglomerações urbanas nas grandes cidades da Amazônia constata-se a imensa quantidade de esgoto doméstico sendo lançado em diversos copos

receptores, principalmente em rios e igarapés. O despejo de esgoto, seja doméstico ou industrial, nos rios e igarapés da Amazônia tem grande impacto ambiental, uma vez que muitos desses corpos receptores não possuem condições de realizar a autodepuração o que acarreta na poluição dessas águas e consequentemente a destruição do meio ambiente.

## II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O esgoto sanitário é, basicamente, formado pela reunião de águas residuais dos usos domésticos, comerciais e institucionais, geradas, portanto, nos domicílios, bares, restaurantes, aeroportos, rodoviárias, hotéis, farmácias, shopping centers, hospitais, postos de saúde, escolas, casas de detenção, repartições públicas, etc.[9]. Além destes locais, onde o uso da água e geração dos esgotos é feito em aparelhos sanitários como vasos sanitários, chuveiros, pias, mictórios, bidês, tanques, máquinas de lavar pratos e roupas e ralos para captação de águas de lavagens de áreas cobertas, fazem parte do volume total de esgoto sanitário gerado num município, os despejos industriais, previamente tratados e enquadrados aos padrões de lançamento na rede pública, e as parcelas de águas provenientes de precipitações pluviométricas e de lençóis subterrâneos que conseguem adentrar à rede pública de coleta e veiculação de esgotos por locais e pontos singulares do sistema impossibilitados de serem perfeitamente estanques, tais como: tampas e paredes de caixas de passagem, inspeção e poços de visita, conexões entre tubulações e até mesmo, ligações clandestinas.

Importante frisar que a população tem o direito não somente ao tratamento de esgotos, mas principalmente ao saneamento ambiental que visa o aproveitamento do meio ambiente para obter um bom saneamento, pois possui alta potencialidade no alcance do desenvolvimento sustentável [10].

Assim, as características dos esgotos são em função dos usos à qual foi submetida, e que variam como clima, situação social e econômica e hábitos da população. Podendo ser físicos, químicos e biológicos. Seus parâmetros de qualidade é o que definem do esgoto sendo eles: turbidez, cor, pH, sólidos sedimentares ou outros parâmetros [11].

### II.1 A NOVA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS

As Estações de Tratamento de Esgoto (ETE's) geram diversos subprodutos, dentre eles o lodo, que é responsável por um elevado custo operacional em seu tratamento, transporte e disposição final. Cabe ressaltar que o tratamento de lodo diz respeito basicamente ao seu pré-condicionamento para um adequado destino final [12]. O tratamento tem então o objetivo de digestão, estabilização, redução de volume, secagem, higienização, dentre outros. Enquanto a disposição final é basicamente uma forma de descarte.

A escolha da ETE no novo milênio não se restringe apenas às exigências ambientais, de saúde pública, estéticas ou legais. Considera igualmente exigências tecnológicas, exigências de economia e mesmo os anseios da comunidade [13].

Há de se considerar, além dos outros aspectos, os anseios da comunidade como fator relevante para a implantação de uma ETE. Ocorrem situações em que todas as exigências técnicas, ambientais e econômicas já estão sanadas, no entanto, a comunidade do local onde se vai implantar a estação de tratamento de esgotos se coloca contra o projeto. Neste sentido, a análise para a implantação de uma ETE perpassa esses aspectos e outros de cunho de saúde pública e estética para adentrar no campo político. É importante que o projetista observe, também, essas variáveis importantes na consecução do projeto de uma ETE.

O lodo necessita de um tratamento específico visando corrigir três características indesejáveis do resíduo, tais quais; a instabilidade biológica: o método mais comum para reduzir o teor de material orgânico biodegradável (presente no lodo primário e no lodo aeróbico) é a digestão anaeróbica, sendo também utilizada a digestão aeróbica; a baixa qualidade higiênica: no esgoto sanitário há grande variedade de vírus, bactérias, protozoários, ovos de nematóides e helmintos; o grande volume: como a concentração de sólidos no lodo é baixa, seu volume grande, tornando necessária uma etapa de redução de teor de água [14], tal processo anaeróbico pode durar meses e anos [15].

Outro aspecto ligado ao processo de tratamento de esgoto, que influi na produção de lodo é a eficiência do processo de pré-tratamento, principalmente se o efluente carrear altos teores de areia e outros materiais de origem mineral [16].

## II.2 DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área física a ser utilizada para a construção da ETE possui 460m<sup>2</sup> e está localizada ao lado do Bloco Q1 do Conjunto Ayapuá.



Figura 1: Local de Implantação da ETE

Fonte: Adaptado [17].



Figura 2: Vista aérea do local de instalação.

Fonte: Autores, (2017).



Figura 3: Vista do local de instalação com caixa de passagem.

Fonte: Autores, (2017).

O Conjunto Residencial Ayapuá está implantado em uma área de 120.959,20 m<sup>2</sup> e está localizado entre a Avenida Coronel Teixeira e a Avenida Brasil, no bairro da Compensa. A área construída do conjunto, em alvenaria, ocupa exatos 16.690,94 m<sup>2</sup>. O residencial limita-se ao Norte com a Avenida Coronel Teixeira, ao Sul com a Comissão Regional de Obras da 12ª Região, a oeste com a Avenida Brasil e a leste com a Área Militar Oeste.

Com o passar dos anos e o crescimento desordenado, a Compensa se tornou o quarto bairro mais populoso de Manaus, no entanto, devido, principalmente, à maneira como se deu sua origem, foi se erguendo sobre a desorganização e falta de ordenamento que marcaram os primeiros dias de sua ocupação [18]. Não obstante todos esses problemas e principalmente a falta de saneamento básico em mais de 90% da cidade de Manaus, o que se reflete também nas taxas de saneamento básico em toda a zona oeste de Manaus, o bairro da Compensa cresceu e em sua área comporta, inclusive, as sedes do poder político amazonense, notadamente, as sedes da Prefeitura Municipal de Manaus e sede do Governo do Estado do Amazonas, além de possuir feiras, mini shoppings, vasta área comercial, hospitais e uma maternidade [19].

## III. MATERIAIS E MÉTODOS

### III.1 HORIZONTE DO PROJETO

O projeto deverá considerar compatibilidade com metas de atendimento de vazão e qualidade do tratamento de esgotos, dentro de horizonte de planejamento máximo de 30 anos.

### III.2 VAZÕES DE ESGOTO EFLUENTE A ETE

Para se determinar as vazões a serem levadas em consideração no projeto deve-se ter em mente os parâmetros predeterminados pela Manaus Ambiental no que se refere a projetos de abastecimento de água e coleta de esgoto.

No entanto, de forma opcional poderão ser adotados os seguintes critérios:

- Para o cálculo da vazão média anual de esgoto produzido deverá ser estimada com base no per capita de água de abastecimento e em coeficiente de retorno esgoto/água igual a 1;
- Para o cálculo da vazão média, não devem ser consideradas as vazões de infiltração (já incorporadas no coeficiente esgoto/água igual a 1);
- A vazão do dia de maior produção de esgoto deve ser considerada igual a 1,2 a vazão média anual; esta vazão deve ser adotada nas unidades de processo;
- A vazão máxima de esgoto deve ser considerada igual a 1,5 vezes a vazão média do dia de maior produção de esgotos e adotada para dimensionamentos hidráulicos.

### III.3 CARACTERÍSTICAS QUALITATIVAS DO ESGOTO EFLUENTE À ETE

As características qualitativas médias do esgoto bruto afluente a ETE a serem adotadas devem ser derivadas dos seguintes índices:

- Remoção de DBO 5dias, 20°C maior ou igual a 80% ou concentração de DBO menor que 60 mgO<sub>2</sub>/L;
- Concentração de nitrogênio total menor ou igual a 20 mgN/L Parâmetro Padrão do Afluente DBO 54g/hab/dia; NTotal 10gN/hab/dia; PTotal 1,8gP/hab/dia e Coli Termo Tolerantes 107 org /100mL 8.

Tabela 1: Parâmetro padrão do esgoto bruto efluente.

| Parâmetro Padrão do Efluente |                |
|------------------------------|----------------|
| DBO                          | 54 g/hab/dia   |
| NTotal                       | 10 gN/hab/dia  |
| PTotal                       | 1,8 gP/hab/dia |
| Coli Termo Tolerantes        | 107 org /100mL |

Fonte: Autores, (2017).

### III.4 METAS DE QUALIDADE PARA O EFLUENTE DAS ETES

Deverão ser considerados os seguintes parâmetros: DBO 5 dias, 20° C (mgO<sub>2</sub>/L); Nitrogênio Total (mgN/L); Fósforo Total (mgP/L); Coliformes Termotolerantes (org/100mL).

No que tange aos padrões de emissão, a qualidade do efluente tratado da ETE deverá ser suficiente para atender aos padrões de emissão estabelecidos nos artigos 21, 22 e 23 da Resolução CONAMA nº 430/2011, ou versões mais recentes, de forma que obedeça aos seguintes parâmetros:

- PH entre 5 e 9;
- Temperatura: inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C no limite da zona de mistura;
- Materiais sedimentáveis: até 1 mL/L em teste de 1 hora em cone Imhoff. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes;
- Demanda Bioquímica de Oxigênio-DBO 5 dias, 20°C: máximo de 120 mg/L, sendo que este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento com eficiência de remoção mínima de 60% de DBO, ou mediante estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor.
- Substâncias solúveis em hexano (óleos e graxas) até 100 mg/L;
- Ausência de materiais flutuantes.

Acerca dos Padrões de Qualidade No cálculo dos padrões de emissão para atendimento aos limites e condições fixadas para as águas dos corpos receptores, na legislação federal, deverão ser observadas as seguintes diretrizes: vazão média do dia de maior produção de efluente tratado; determinação analítica de amostra representativa das águas do corpo receptor potencial em período de baixa vazão.

O cálculo dos valores máximos dos parâmetros qualitativos deverá ser feito com base nos valores acima e na vazão de referência do corpo receptor na seção de lançamento. A vazão de referência do corpo receptor do efluente da ETE deverá ser calculada com base no que determina o artigo 2º – inciso XXXVI da Resolução CONAMA 357/2005.

## IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### IV.1 MEMORIAL DESCRITIVO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

Este memorial visa apresentar os critérios adotados para o dimensionamento do sistema de esgotamento sanitário e desinfecção do efluente tratado, bem como as normas que nortearam o desenvolvimento destes projetos e suas especificações.

✓ ABNT NBR 7229/ 93 – Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos [20];

✓ ABNT NBR 13969/ 97 – Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação [21].

### IV.2 CAIXAS DE INSPEÇÃO

Serão em alvenaria de tijolos maciços, revertidos internamente com cimento alisado. Terão as dimensões de 100 x 100 cm (medidas internas), profundidades variáveis (a fim de atender às necessidades de declividade dos sub coletores a elas ligadas), com tampas de concreto armado, e dotadas de canaletas no fundo, (direcionadas no sentido do fluxo do esgoto). A profundidade mínima será de 40 cm.

### IV.3 SUB COLETORES E COLETORES

PVC Série Normal, com diâmetros e declividades indicados no projeto. Os esgotos sanitários recolhidos do prédio serão encaminhados para os dois conjuntos **Tanque Séptico + Filtro Anaeróbio**, sendo uma para a primeira etapa com 960 contribuintes e a segunda etapa para 540 contribuintes e está estação de tratamento de esgoto vai está localizada no final do terreno

Seguem abaixo os dimensionamentos destes dois conjuntos de componentes:

**Tanque séptico:** será em executada em tijolos cerâmico e rebocada, assim com o fundo e piso impermeabilizado onde recebera os dejetos. O filtro recebera a água que será tratada por meios de filtros em areia, brita e carvão vegetal, e será jogada no igarapé localizado na Avenida Brasil com 95% de pureza, conforme a norma NBR 7229/ 93.

#### IV.3.1 DESCRIÇÃO GERAL DAS INSTALAÇÕES

Devido ao tamanho do Conjunto Ayapuá a Estação de Tratamento de Esgotos será composta de dois conjuntos de tanques sépticos e filtro anaeróbio, para efeitos deste projeto sendo denominadas ETE1 e ETE2.

Essas instalações destinam-se a coletar as águas residuais e encaminhá-las às caixas de inspeção (CE) e daí às respectivas caixas coletoras de esgoto públicas.

Teve-se em conta, no traçado e disposição dos seus elementos, o rápido escoamento dos despejos e a perfeita vedação dos gases da rede primária. Será executado conforme o Sistema de Tratamento Ecológico de Esgotos.

Teve-se em conta, no traçado e disposição dos seus elementos, o rápido escoamento dos despejos e a perfeita vedação dos gases da rede primária. Os esgotos primários e secundários serão dirigidos diretamente às caixas de inspeção; os esgotos das pias de cozinha e máquinas de lavar louças, às caixas de gordura; os esgotos das máquinas e tampas de lavar roupas, às caixas sifonadas especiais. Os dois sistemas – esgotos sanitários e de águas pluviais – serão distintos e não se misturam em nenhum ponto nas respectivas redes. Nas instalações sanitárias, os tubos e conexões serão em PVC rígido para esgoto soldável, da marca Tigre ou similar. Canais de descarga e de esgoto, Tubos de diâmetro 100 mm: 1,0%, Tubos de diâmetro 100 ou 150 mm: 1,0 %, Sub coletores ou coletores prediais: 1,5 %. O recobrimento mínimo das tubulações no solo será de 50 cm e nas áreas de tráfego de veículos serão envolvidos por uma camada de cimento. A declividade será uniforme entre as sucessivas caixas de inspeção, não se permitindo depressões que possam formar depósitos no interior das canalizações. Todas as mudanças de



direção nas tubulações de esgoto deverão ser executadas com dispositivos de inspeção. Desta forma, temos os seguintes materiais: Tubulações de esgoto primário: PVC rígido, com ponta e bolsa com bitola, nos diâmetros 100 e 150; Tubulações de esgoto secundário: PVC rígido, com ponta e bolsa com soldável, diâmetro 100 mm.

#### IV.4 MEMORIAL DE CÁLCULO

Nas tabelas 2 e 3, juntamente com os quadros 1, 2, 3 e 4, abaixo, exibem o memorial de cálculo e, que tem por objetivo

descrever as dimensões e a capacidade do Tanque Séptico e um Filtro Anaeróbio (ETE), em concreto armado, impermeabilizado, segundo os procedimentos da NBR 7229 de setembro de 1993, tendo como efluente final a rede de coleta de águas pluviais existente no local próximo ao local, e a manutenção eventual será feita com carro limpa fossa. O local é desprovido de rede pública de esgoto sanitário. A tabela 2, específica sobre a contribuição diária de despejos orgânicos para cada tipo de prédio, sendo ele residencial, comercial ou público, conforme os seus ocupantes ou seu tráfego de circulação por pessoas. No caso deste artigo, os prédios são de apartamentos, como está em destaque na tabela.

Tabela 1: Contribuição diária de despejos e de carga orgânica por tipo de prédio e de ocupantes

| CONTRIBUIÇÃO [litros/dia]        |          |            |                 |
|----------------------------------|----------|------------|-----------------|
| Prédio                           | Unidade  | Esgoto [C] | Lodo Fresco[Lf] |
| <b>1 – Ocupantes Permanentes</b> |          |            | 1               |
| Hospitais                        | leito    | 250        | 1               |
| Apartamentos                     | pessoa   | 200        | 1               |
| Residências                      | pessoa   | 150        | 1               |
| Escolas-internatos               | pessoa   | 150        | 1               |
| Casas Populares rurais           | pessoa   | 150        | 1               |
| Hotel-sem cozinha e lavanderia   | pessoa   | 120        | 1               |
| Alojamentos provisórios          | pessoa   | 80         | 1               |
| <b>2 - Ocupantes temporários</b> |          |            | pessoa          |
| Fábrica em geral                 | operário | 70         | 0,3             |
| Escritórios                      | pessoa   | 50         | 0,2             |
| Edifícios públicos ou comerciais | pessoa   | 50         | 0,2             |
| Escolas-externatos               | pessoa   | 50         | 0,2             |
| Restaurantes e similares         | Refeição | 25         | 0,1             |
| Cinema, teatros e templos        | lugar    | 2          | 0,02            |

Fonte: Autores, (2017).

Já na tabela 3, demonstra a contribuição diária de detenção dos despejos conforme litros por dia em um período determinado por horas e dias.

Tabela 2: Período de detenção dos despejos, por faixa de contribuição diária.

| PERÍODO DE DETENÇÃO (T)   |       |          |       |
|---------------------------|-------|----------|-------|
| Contribuição [litros/dia] | horas | dias [T] |       |
| até 6000                  | 24    | 1        |       |
| <b>6000</b>               | 7000  | 21       | 0,875 |
| <b>7000</b>               | 8000  | 19       | 0,79  |
| <b>8000</b>               | 9000  | 18       | 0,75  |
| <b>9000</b>               | 10000 | 17       | 0,71  |
| <b>10000</b>              | 11000 | 16       | 0,67  |
| <b>11000</b>              | 12000 | 15       | 0,625 |
| <b>12000</b>              | 13000 | 14       | 0,585 |
| <b>13000</b>              | 14000 | 13       | 0,54  |
| <b>acima de</b>           | 14000 | 12       | 0,5   |

Fonte: Autores, (2017).

Nos quadros 1 e 2, apresentam o cálculo para a confecção do tanque séptico de apenas uma câmara de ETE, mostrando os coeficientes de volume, número de contribuintes e

etc.; além dos cálculos e dimensões do filtro que ajudará nesse processo de descontaminação da ETE.

Tabela 4: Cálculo do Tanque Séptico e filtro anaeróbio – ETE 01.

| CÁLCULO DA TANQUE SÉPTICO DE CÂMARA ÚNICA – ETE 01  |                 |
|---|-----------------|
| Formula: $V = 1000 + n (CT + K L_f)$                |                 |
| Onde:   |                 |
| V = Volume  | COEFICIENTES    |
| N = Número de contribuintes                         | 960             |
| C = Contribuição de despejos, em litro/pessoa x dia | 200             |
| T = Tempo em dias                                   | 0,5             |
| k= taxa de acumulação de lodo em dias               | 1,8             |
| L <sub>f</sub> = Lodo fresco                        | 1               |
| $V = 1000 + n (CT + K L_f)$                         | $V = 98.728,00$ |
| (valor adotado para o cálculo do tanque foi =       | 98,73)          |

Fonte: Autores, (2017).

Tabela 5: Cálculo do Tanque Séptico e filtro anaeróbio – ETE 01.

| DIMENSÕES DO TANQUE SÉPTICO [m]  |                  |            |                       |
|--|------------------|------------|-----------------------|
| Volume   | V                | 98,73      | m <sup>3</sup>        |
| Comprimento útil   | L                | 15,00      | m                     |
| Largura útil   | h                | 6,58       | m                     |
| Altura útil  | h                | 1,80       | m                     |
| Altura Total   | H                | 2,10       | m                     |
| Condições  | $2 < L/b < 4 =$  | 2,28       | Aceito                |
|  | $L < 2h =$       | 3,6        | Aceito                |
| CÁLCULO DO FILTRO  |                  |            |                       |
|  | $V = 1,60x(NCT)$ |            |                       |
|  | K                | N          | C                     |
|  | 1,8              | 960        | 200                   |
|  |                  |            | T                     |
|  |                  |            | 0,5                   |
| CÁLCULO DO VOLUME ÚTIL   |                  |            |                       |
|  |                  |            | 172800 litros         |
| DIMENSÕES DO FILTRO  |                  |            |                       |
| Volume útil = $V = 1,60xNxCxT =$   | h                | h          | L                     |
|  | 1,20             | 10,67      | 12,00                 |
| Cálculo da Secção  |                  | 153.600,00 | litros                |
| Altura útil constante (recomendada por norma h = 1,20)                           | S = V/1,2        |            | 128 m <sup>2</sup>    |
| Área do Filtro   | S                |            | 128,00 m <sup>2</sup> |
| Comprimento  | b                |            | 12,00 m               |
| Largura Útil   | l                |            | 10,67 m               |
| Adota-se uma célula de 16x8x1,2  |                  |            | 153,60 m <sup>3</sup> |
| cálculo do sistema de esgotamento de volume de contribuição m <sup>3</sup> / dia |                  |            |                       |
| CD =   | Pop x PerCapita  | x 0,8      |                       |
| CD =   | 960              | 200        | 0,8                   |
| CD =   | 153600           |            |                       |
| Q <sub>m</sub> =   | CD               | 153600,000 | =                     |
|  | T (seg)          | 86,400     |                       |
| Q <sub>m</sub> =   | 1777,778         |            |                       |
| Q <sub>md</sub> =  | CD x             | 1,20       | =                     |
|  | T(seg)           |            |                       |
| Q <sub>md</sub> =  | 153600,0         | 1,2        | 1,5 =                 |
|  |                  | 86,4       |                       |
| Q <sub>mh</sub> =  | 3200             |            |                       |

Fonte: Autores, (2017).

Nas tabelas 6 e 7, apresentam as mesmas características dos quadros 4 e 5, porém nesse caso, o cálculo para a confecção do tanque séptico de apenas uma câmara é para um resíduo diferenciado de ETE, demonstrado como ETE 2. Também

apresenta os coeficientes de volume, número de contribuintes e etc.; além dos cálculos e dimensões do filtro que ajudará nesse processo de descontaminação da ETE.

Tabela 6: Cálculo do Tanque Séptico e filtro anaeróbio – ETE 02.

| CÁLCULO DA TANQUE SÉPTICO DE CÂMARA ÚNICA<br>- ETE 02 |               |
|---|---------------|
| Formula: $V = 1000 + n (CT + K L_f)$                  |               |
| Onde:   |               |
| V = Volume  | COEFICIENTES  |
| N = Número de contribuintes                           | 540           |
| C = Contribuição de despejos, em litro/pessoa x dia   | 200           |
| T = Tempo em dias                                     | 0,5           |
| k = taxa de acumulação de lodo em dias                | 1,8           |
| L <sub>f</sub> = Lodo fresco                          | 1             |
| $V = 1000 + n (CT + K L_f)$                           | V = 55.972,00 |
| (Valor adotado para o cálculo da fossa foi =          | 55,97)        |

Fonte: Autores, (2017).

Tabela 7: Cálculo do Tanque Séptico e filtro anaeróbio – ETE 02.

| DIMENSÕES DA TANQUE SÉPTICO [m]   |                  |           |                            |
|---|------------------|-----------|----------------------------|
| Volume  | V                | 55,97     | <u>m<sup>3</sup></u>       |
| Comprimento útil  | L                | 11,00     | <u>m</u>                   |
| Largura útil  | b                | 5,09      | <u>m</u>                   |
| Altura útil   | h                | 1,80      | <u>m</u>                   |
| Altura Total  | H                | 2,10      | <u>m</u>                   |
| Condições   | $2 < L/b < 4 =$  | 2,16      | <u>aceito</u>              |
|   | $L < 2h =$       | 3,6       | <u>aceito</u>              |
| CÁLCULO DO FILTRO   |                  |           |                            |
|   | $V = 1,60x(NCT)$ |           |                            |
|   | K                | N         | C                          |
|   | 1,8              | 540       | 200                        |
|   |                  |           | T                          |
|   |                  |           | 0,5                        |
| CÁLCULO DO VOLUME ÚTIL  |                  |           |                            |
|   |                  |           | 97200 <u>litros</u>        |
| DIMENSÕES DO FILTRO   |                  |           |                            |
|   |                  | h         | h                          |
|   |                  | 1,20      | 12,00                      |
| Volume útil = $V = 1,60xNxCxT =$  |                  |           | 86.400,00 <u>litros</u>    |
| Cálculo da Secção   |                  | S = V/1,2 | 72 <u>m<sup>2</sup></u>    |
| Altura útil constante (recomendada por norma h = 1,20)                                |                  |           | 1,20 <u>m</u>              |
| Área do Filtro  | S                |           | 72,00 <u>m<sup>2</sup></u> |
| Comprimento   | b                |           | 10,00 <u>m</u>             |
| Largura Útil  | l                |           | 7,20 <u>m</u>              |
| Adota-se uma célula de 5,14x14x1,2  |                  |           | 72,00 <u>m<sup>2</sup></u> |
| cálculo do sistema de esgotamento de volume de contribuição <u>m<sup>3</sup>/ dia</u> |                  |           |                            |
| CD =  | Pop x PerCapita  | x 0,8     |                            |
| CD =  | 540 x 200        | 0,8       |                            |
| CD =  | 86400            |           |                            |
| Q <sub>m</sub> =  | CD               | 86400,000 | =                          |
|   | T (seg)          | 86,400    |                            |
| Q <sub>m</sub> =  | 1000,000         |           |                            |
| Q <sub>md</sub> =   | CD x             | 1,20      | =                          |
|   | T(seg)           |           |                            |
| Q <sub>md</sub> =   | 86400,0          | 1,2       | 1,5 =                      |
|   |                  | 86,4      |                            |
| Q <sub>mh</sub> =   | 1800             |           |                            |

Fonte: Autores, (2017).

#### IV.5 CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

O período planejado para a execução, desde o início até seu término, do projeto de implantação da Estação de Tratamento de Esgotos compreende exatos 60 dias e se divide em: Serviços Técnicos, Serviços Preliminares, Estruturas, Instalações Hidro sanitárias e serviços complementares. De acordo com o SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas: O cronograma é a disposição gráfica do tempo que será gasto na

realização de um trabalho ou projeto, de acordo com as atividades a serem cumpridas. Serve para auxiliar no gerenciamento e controle deste trabalho, permitindo de forma rápida a visualização de seu andamento.

O período para a execução do projeto de implantação da estação de tratamento de esgoto no conjunto Ayapuá é de 60 (sessenta) dias, de acordo com a figura 4 que apresenta o gráfico do cronograma.

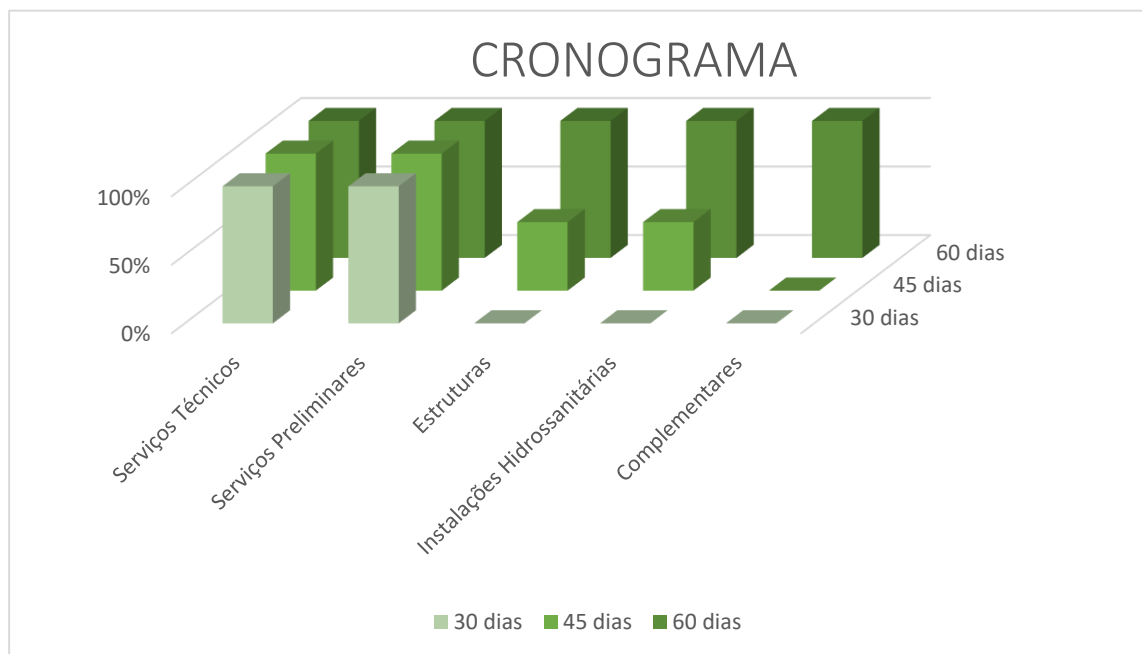


Figura 4: Gráfico do Cronograma de Atividades em 30, 45 e 60 dias.

Fonte: Autores, (2017).

#### IV.6 CUSTO DE IMPLANTAÇÃO DO PROJETO

Claramente existem algumas perguntas que devem ser respondidas, tais como, qual a duração das atividades, quanto período de tempo necessário para se alcançar o final do projeto (produto/serviço), qual a sequência e a dependência entre as atividades etc. De uma forma geral a duração de um projeto é calculada a partir da data zero de início das atividades, para depois ser estabelecidas a data real de início, as fases intermediárias e a data final prevista. [22]. Neste caso, o período planejado para a execução, desde o início até seu término, do projeto de implantação da Estação de Tratamento de Esgotos

compreende exatos 60 dias e se divide em: Serviços Técnicos, Serviços Preliminares, Estruturas, Instalações Hidro sanitárias e serviços complementares. Inicialmente, a estimativa para a realização de serviços técnicos, que compreendem a limpeza manual do terreno; a execução do canteiro de obra em chapa de madeira compensado; locação convencional de gabarito de tábuas corridas. Estas ações correspondem ao percentual de 9,79% (nove vírgula setenta e nove por cento) do tempo total para a execução da obra, ao mesmo tempo que tem custo estimado em R\$ 11.969,60 (onze mil, novecentos e sessenta e nove reais e sessenta centavos).

Tabela 9: Valores dos serviços técnicos de execução da obra.

| ITEM     | DESCRIÇÃO  | UNID.          | QUANT.   | PREÇO UNITÁRIO (R\$) | PREÇO TOTAL (R\$) |
|----------|--|----------------|----------|----------------------|-------------------|
| <b>1</b> | <b>SERVIÇOS TÉCNICOS</b>   |                |          |                      | <b>11.959,60</b>  |
| 1.1      | Limpeza manual do terreno (c/ raspagem superficial).                 | M <sup>2</sup> | 1.000,00 | 3,440                | 3.440,00          |
| 1.2      | Execução do canteiro de obra em chapa de madeira compensado.         | M <sup>2</sup> | 25,00    | 320,00               | 8.000,00          |
| 1.3      | Locação convencional de obra, através de gabarito de tábuas corridas | M <sup>2</sup> | 120,00   | 4,33                 | 519,60            |

Fonte: Autores, (2017).

Os serviços que compreendem a escavação e carga material de 1ª categoria, utilizando trator de esteira, bem como o uso de retroescavadeira sobre rodas com carregadeira; ou seja, os

serviços preliminares para a execução da obra perfazem o percentual de 5,89% (cinco vírgulas oitenta e nove por cento) e tem custo estimado em R\$ 7.200,00 (sete mil e duzentos reais).

Tabela 10: Valores dos serviços preliminares de execução da obra.

| ITEM      | DESCRIÇÃO  | UNID. | QUANT. | PREÇO UNITÁRIO (R\$) | PREÇO TOTAL (R\$) |
|-----------|--|-------|--------|----------------------|-------------------|
| <b>02</b> | <b>SERVIÇOS PRELIMINARES</b>   |       |        |                      | <b>7.200,00</b>   |
| 2.1       | Escavação e carga material 1a categoria, utilizando trator de esteiras.  | M³    | 800,00 | 5,50                 | 4.400,00          |
| 2.2       | Retroescavadeira sobre rodas com carregadeira, potência, peso operacional mín. 6.570kg, profundidade escavação máx. 4,37m. | HR    | 20,00  | 140,00               | 2.800,00          |

Fonte: Autores, (2017).

Os serviços estruturais da obra, obviamente com o todo o material necessário para a consecução da obra, a saber, concreto, armações de aço, alvenaria de vedação, emboço, material filtrante, etc., consistirão na maior parte da porcentagem para a

consecução da obra, perfazendo, portanto, 50,83% (cinquenta vírgula oitenta e três por cento) desta. O custo estimado desta etapa é de R\$ 62.115,77 (sessenta e dois mil, cento e quinze reais e setenta e sete centavos).

Tabela 11: Valores dos serviços para a estrutura da obra.

| ITEM      | DESCRIÇÃO  | UNID. | QUANT. | PREÇO UNIT. (R\$) | PREÇO TOTAL (R\$) |
|-----------|--|-------|--------|-------------------|-------------------|
| <b>03</b> | <b>ESTRUTURAS</b>  |       |        |                   | <b>62.115,77</b>  |
| 3.1       | Concreto fck=20 mpa, virado em betoneira, sem lançamento.  | M²    | 120,00 | 380,00            | 45.600,00         |
| 3.2       | Forma tábua para concreto em fundação c/ reaproveitamento.   | M²    | 60,00  | 25,00             | 1.500,00          |
| 3.3       | Armação aço ca-50 p/ 1,0m³ de concreto.  | M     | 8,00   | 412,00            | 3.296,00          |
| 3.4       | Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos furados na horizontal de 9x19x19cm (espessura 9cm) e argamassa de assentamento com preparo em betoneira.  | M²    | 119,57 | 36,05             | 4.310,49          |
| 3.5       | Chapisco aplicado tanto em pilares e vigas de concreto como em alvenarias de paredes internas, com colher de pedreiro. argamassa traço 1:3 com preparo manual. af_06/2014.   | M²    | 239,00 | 2,77              | 662,03            |
| 3.6       | Emboço, em argamassa traço 1:2:8, preparo mecânico com betoneira 400l, aplicado manualmente em faces internas de paredes de ambientes com área menor que 5m², espessura de 20mm, com execução de taliscas. af_06/2014. | M²    | 239,00 | 12,00             | 2.868,00          |
| 3.7       | Material filtrante - colocação de areia nos filtros  | M³    | 25,00  | 64,08             | 1.602,00          |
| 3.8       | Material filtrante - carvão mineral, grão variando de 0,8 ate 1,1 mm, uniformidade menor que 1,7 mm.   | M³    | 15,00  | 25,00             | 375,00            |
| 3.9       | Material filtrante - forn.e enchimento c/ brita no. 4.   | M³    | 25,00  | 76,09             | 1.902,25          |

Fonte: Autores, (2017).

As instalações hidro sanitárias constituem a segunda maior parte da obra, consistem em instalação de caixas coletoras, tubulação, tampa de concreto, etc. Esta etapa se constitui em

33,31% (trinta e três vírgulas trinta e um por cento) do total da obra e possui custo estimado em R\$ 40.705,70 (quarenta mil, setecentos e cinco reais e setenta centavos).

Tabela 12: Valores dos serviços para as instalações hidrossanitárias.

| ITEM      | DESCRIÇÃO  | UNID. | QUANT.   | PREÇO UNIT. (R\$) | PREÇO TOTAL (R\$) |
|-----------|--|-------|----------|-------------------|-------------------|
| <b>04</b> | <b>INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS</b>                                      |       |          |                   | <b>40.705,70</b>  |
| 4.1       | Caixa coletora, 1,20x1,20x1,50m, com fundo e tampa de concreto e parede. | UN    | 25,00    | 1.248,00          | 31.200,00         |
| 4.2       | Curva 45°, pvc, soldável, dn 100mm, instalado em prumada de água.        | UN    | 26,00    | 32,00             | 832,00            |
| 4.3       | Tubo pvc, serie normal, esgoto predial, dn 150mm, fornecido e instalada. | M     | 1.542,00 | 5,05              | 7.787,10          |
| 4.4       | Tubo pvc, serie normal, esgoto predial, dn 100mm, fornecido e instalada. | M     | 341,00   | 2,60              | 886,60            |

Fonte: Autores, (2017).

A parte final da obra se constitui de execução de passeio (calçada) em concreto, conjunta de dilatação em madeira, incluso lançamento e adensamento, bem como a limpeza final da obra.

Esta etapa se perfaz por 0,18% (zero vírgula dezoito por cento) do percentual total para a execução da obra e possui um custo de R\$ 223,20 (duzentos e vinte e três reais e vinte centavos).

Tabela 13: Valores dos serviços finais e complementares da obra.

| ITEM      | DESCRIÇÃO  | UNID.          | QUANT. | PREÇO UNIT. (R\$) | PREÇO TOTAL (R\$) |
|-----------|--|----------------|--------|-------------------|-------------------|
| <b>05</b> | <b>COMPLEMENTARES</b>  |                |        |                   | <b>223,20</b>     |
| 5.1       | Execução de passeio (calçada) em concreto 12 mpa, traço 1:3:5 (cimento/areia/brita), preparo mecânico, espessura 7cm, com junta de dilatação em madeira, incluso lançamento e adensamento. | M <sup>2</sup> | 10,00  | 14,00             | 140,00            |
| 5.2       | Limpeza final da obra.   | M <sup>2</sup> | 40,00  | 2,08              | 83,20             |

Fonte: Autores, (2017).

Acima, a tabela 10, 11, 12 e 13 demonstra o custo para a execução da estação de tratamento de esgoto segundo a tabela disponibilizada pelo SINAPI.

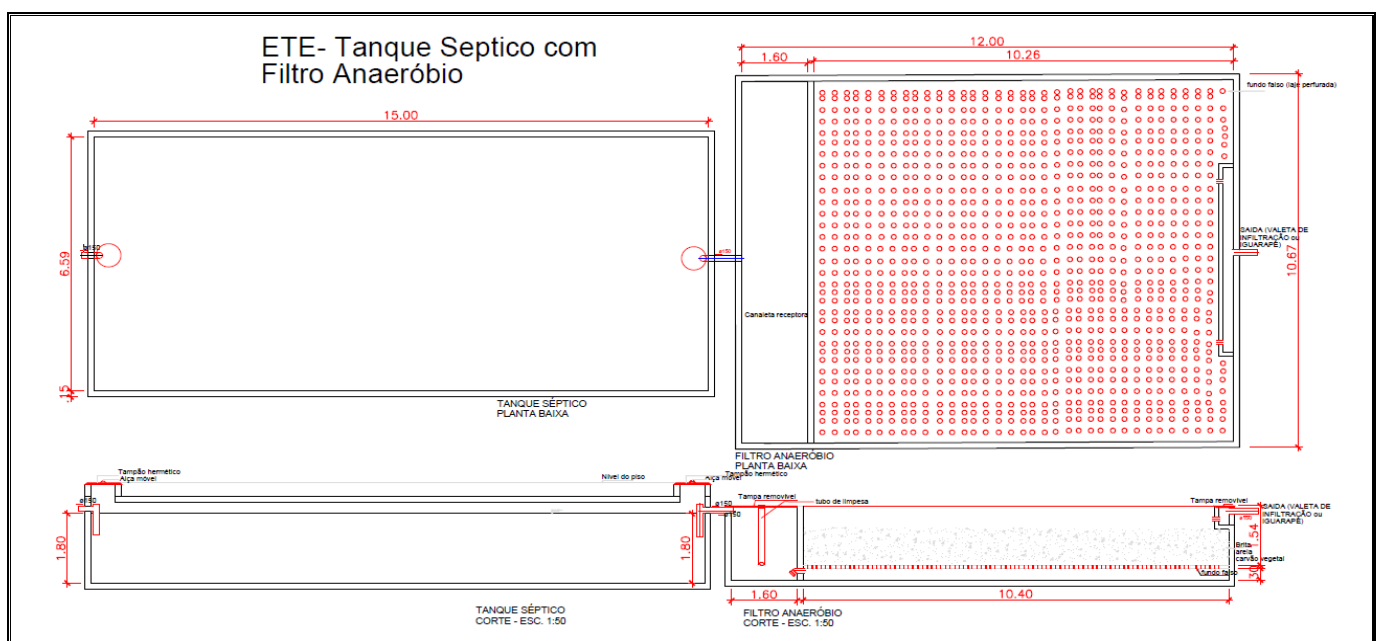


Figura 5: croqui do projeto de execução da ETE.

Fonte: Autores, (2017).

## V. CONCLUSÃO

A implementação da estação de tratamento de esgoto com filtro anaeróbio no Conjunto Ayapuá mostra-se como uma excelente alternativa para a diminuição do grande volume de esgoto não tratado que é despejado todos os dias nos mananciais daquela região. No mais, o tempo médio para a duração da obra, se implantada, é relativamente curto e tem relação direta com o custo de execução do projeto e sua posterior manutenção. Neste sentido existe correlação intrínseca entre o objetivo maior que é a diminuição da poluição na zona oeste de Manaus, especificamente no Conjunto Ayapuá com os benefícios trazidos pela implantação de uma ETE naquela parte específica da cidade.

Sabe-se que a escolha da ETE do novo milênio não se restringe apenas às exigências ambientais, de saúde pública, estéticas ou legais [10], desta forma, a escolha do local para a implantação da ETE pautou-se por tais questões. O referido local encontra-se de tal forma distante dos blocos residenciais do conjunto Ayapuá e toda a sua disposição não acarreta quaisquer prejuízos ou incômodo aos moradores. Frise-se que a implementação da ETE com filtro anaeróbio, nos moldes adotados neste artigo, possui custo notadamente inferior à maioria das políticas públicas que visem a remediação de danos ambientais decorrentes de despejo de resíduos em rios, lagos, igarapés ou outras bacias hidrográficas. Neste sentido, com a devida execução, a metodologia aplicada neste trabalho corresponde de forma clara e precisa aos objetivos determinados neste artigo.

Finalmente, com a implementação de mais uma ETE na cidade de Manaus, cumpre-se um papel importante no combate à poluição dos mananciais, que tem papel tão importante não apenas em termos regionais, mas com âmbito nacional e até internacional.

## VI. REFERÊNCIAS

- [1] Tsutiya, Milton e Alem Sobrinho, Pedro. **Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário**. São Paulo. Escola Politécnica da USP. 2ª Edição. 1999.
- [2] Seiffert, M. E. B. **Gestão Ambiental: instrumentos, esferas de ação e educação ambiental**. São Paulo: Atlas, 2007b.
- [3] Buitrón, G.; Gonzáles, A.; Wat. Sci. Tech. 1996, 34, 289.
- [4] Von Sperling, Marcos - **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos** / Marcos von Sperling. - 2. ed Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Minas Gerais; 1996.
- [5] Tchobanoglous, G.; Burton, F.L.; Stensel, H.D. **Wastewater engineering: treatment and reuse/ Metcalf & Eddy**, Inc. 4a ed. McGraw-Hill, New York, 2003
- [6] Layrargues, P. P. **Sistemas de gerenciamento ambiental, tecnologia limpa e consumidor verde: a delicada relação empresa-meio ambiente no ecocapitalismo**. RAE – Revista de Administração de Empresas, São Paulo, v. 40, n. 2, abr./jun. 2000, p. 80-88.
- [7] Layrargues, P. P. **O desafio empresarial para a sustentabilidade e as oportunidades da educação ambiental**. In: LOUREIRO, C.F.B. (org.). Cidadania e meio ambiente. Salvador – BA: CRA, 2003, p. 95-110.
- [8] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR 9648: **Estudos de concepção de sistemas de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro, 1986.
- [9] Biblioteca Didática de Tecnologias Ambientais, UNICAMP. Disponível em: <<http://www.fec.unicamp.br/~bdta/esgoto/esgotocaracteristicas.htm>>. Acesso em 10 de fevereiro de 2017.
- [10] Kobiyama, M.; Mota, A.A. & Corseuil, C.W. **Recursos Hídricos E Saneamento**. Curitiba: Ed. Organic Trading, 2008. 160p.
- [11] Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, ABES seção ES. Disponível em: <[http://abes-es.org.br/drupalBU/sites/default/files/arquivos/1\\_modulo\\_-\\_caracteristicas\\_de\\_esgotos\\_e\\_normas.pdf](http://abes-es.org.br/drupalBU/sites/default/files/arquivos/1_modulo_-_caracteristicas_de_esgotos_e_normas.pdf)>. Acesso em 10 de fevereiro de 2017.
- [12] Pinheiro, A. V. **Alternativas para destinação final do lodo gerado no tratamento de esgoto sanitário**. 2012. 66 f. Dissertação (Graduação em Engenharia) – Curso de Engenharia Civil. Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais.
- [13] Jordão, E. P. e Pessôa, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos**. Rio de Janeiro: ABES, 4. Ed. 2009.
- [14] Duarte, A. C. L. **Incorporação de lodo de esgoto na massa cerâmica para a fabricação de tijolos maciços: uma alternativa para a disposição final do resíduo**. 2008. 109 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Curso de Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.
- [15] Chen, Y.; Chen, Y,-S.; Xy, O.; Zhou, O. Gu, G. **Comparison between acclimated and unacclimated biomass affecting anaerobic-aerobic transformations in the biological removal of phosphorus**. *Process Biochemistry*. V.40, p. 723–732, 2005.
- [16] Ferreira, A. C.; Andreolli, C. V. **Produção e características dos biosólidos**. In: *Uso e manejo do lodo de esgoto na agricultura*, 1., 1999, Curitiba: Anais... Curitiba: SANEPAR, 1999.
- [17] Google maps, <https://www.google.com.br/maps> março de 2017.
- [18] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Estimativa populacional 2010**. – Acesso em 25 de Fevereiro de 2017. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Disponível em <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=130260>>. Acesso em 25 de fevereiro de 2017.
- [19] PORTAL DO SANEAMENTO BÁSICO. Disponível em <<https://www.saneamentobasico.com.br/portal/index.php/concessoes/quase-90-da-capital-de-manaus-nao-tem-saneamento-basico/>>. Acesso em 28 de fevereiro de 2017.
- [20] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto, Construção e Operação de Sistemas de Tanques Sépticos**. NBR 7229/ 93. ABNT, Rio de Janeiro. 1993.
- [21] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação**. NBR 13969/ 97. ABNT, Rio de Janeiro. 1997.
- [22] Thiry-Cherques, Hermano Roberto. **Modelagem de projetos**. São Paulo: Atlas, 2002. p. 121-123.



## Fire Fighting System Modeling in Oil and Gas Waterway Terminal Based on Colored Petri Nets

Luiz Henrique Carneiro Valda<sup>1</sup>, Jandecy Cabral Leite<sup>2</sup>, Rivanildo D. Almeida<sup>3</sup>, João Paulo Apoliano Oliveira<sup>4</sup>

<sup>1,3,4</sup>Universidade Federal do Pará. Rua Augusto Corrêa, 01 - Guamá. CEP 66075-110 – Belém Pará – Brasil.PA.

<sup>2</sup> Instituto de Tecnologia e Educação Galileo Da Amazônia (ITEGAM). Av.Joaquim Nabuco Nº 1950. Centro, Manaus-AM.

Email: [luiz\\_valda@yahoo.com](mailto:luiz_valda@yahoo.com); [jandecycabral@hotmail.com](mailto:jandecycabral@hotmail.com)

### ABSTRACT

Modeling, as a means of analysis of safety systems, as well as industrial processes and related purposes, meets the demand for suitable methods. The present work aims to evaluate an adherence of the concepts of modeling and Petri nets applied to the logic and interlock strategies of a Fire Fighting System (FFS). For this purpose, a real installation was used to acquire the information, which was an Oil & Gas Waterway Terminal, located in the municipality of Coari in the State of Amazonas, Brazil, which receives, stores and disposes of oil and liquefied petroleum gas (LPG). The analysis models and the interlocking strategies are validated with the use of the Petri nets, where are the patterns of systems to discrete events, through a method of analysis in which all the paths and states that the modeled system are simulated. It can obtain, to allow from this model to study and evaluate possibilities of improvement of the system.

**Keywords:** Modeling, Colored Petri Nets, Fire Fighting System, Waterway Oil Terminal.

### Modelagem de Sistema de Combate a Incêndio em Terminal Aquaviário de Petróleo e GLP Baseado em Redes de Petri Coloridas

### RESUMO

A modelagem, como meio de análise de sistemas de segurança, bem como de processos industriais e finalidades afins, atende à demanda por métodos apropriados. O presente trabalho tem como objetivo avaliar a aderência dos conceitos de modelagem e de redes de Petri aplicados a lógica e estratégias de intertravamento de um Sistema de Combate a Incêndio (SCI). Para tal finalidade utilizou-se uma instalação real para a aquisição das informações, que foi um Terminal Aquaviário, situado no município de Coari no interior do Estado do Amazonas-Brasil, que recebe, armazena e escoar em navios, petróleo e gás liquefeito de petróleo (GLP). Os modelos das lógicas e estratégias de intertravamento serão validados com o uso de rede de Petri coloridas, onde são considerados os aspectos de sistemas a eventos discretos, por meio de um método de análise em que são simulados todos os caminhos e os estados que o sistema modelado pode atingir, permitindo que a partir desse modelo possam-se estudar possibilidades de melhoria do sistema.

**Palavras Chaves:** Modelagem, Redes de Petri Coloridas, Sistema de Combate a Incêndio, Terminal Petrolífero Aquaviário.

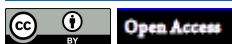
### I. INTRODUÇÃO

As operações de transporte de hidrocarbonetos em terminais aquaviários envolvem o risco operacional intrínseco com potencial de incêndio e explosão, por este motivo operam dentro de limites vigentes em normas, padrões operacionais e de automação

industrial, visando obter o melhor combate frente a situações de sinistros ou anomalias operacionais que envolvam os riscos supracitados.

O pronto combate é conseguido pela ação do sistema de combate a incêndio (SCI), alicerçado em planos e algoritmos de atuação e resposta, que devem ser executados pela equipe de

Received: August 25<sup>th</sup>, 2017  
Accepted: September 25<sup>th</sup>, 2017  
Published: September 30<sup>th</sup>, 2017  
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/>





brigada de emergência e controle operacional. O acontecimento de sinistros no transporte de óleo e gás é indesejado, e devido a isso, gerenciado. Entretanto, a equipe de controle operacional juntamente com o SCI deve estar apta a responder frente a qualquer situação de emergência.

Um dos mais relevantes sistemas que integram um terminal aquaviário que escoar petróleo e gás é o SCI, o seu funcionamento eficiente proporciona segurança as pessoas e ao patrimônio. A Associação Nacional de Proteção de Incêndio (National Fire Protection Association) [1] assevera que os principais requisitos de um sistema de combate a incêndio no desenvolvimento do projeto de uma planta industrial são: (a) garantir a integridade física humana; (b) proteger o patrimônio e (c) permitir a continuidade das operações.

Os requisitos do SCI devem, de um modo abrangente, seguir um conjunto de regras e normas que delimitam os itens mínimos e os contornos do sistema. Estas normas são constituídas por instituições reguladoras, como a Associação Brasileira de Normas Técnicas no Brasil (ABNT) e a NFPA norte americana. Entretanto, as normas contemporâneas consideram apenas as situações convencionais, onde o SCI opera de modo independente a outros sistemas industriais.

Por conta das características inovadoras das táticas que abrangem a eficaz integração de sistemas, estas não são necessariamente exploradas pelas normas e regramentos usuais supracitados, porém não quer dizer que elas não autorizem novas soluções. Táticas de controle unificadas têm sido promovidas [1], onde é sugerido o uso de estratégias complementares aos habituais e se admite a relevância de atividades de pesquisa nessa área de conhecimento.

Com fulcro na importância que o SCI possui nas indústrias em geral, e em especial na área de terminais aquaviário de transporte de óleo e gás, é notório que seus requisitos e operação precisem de metodologias de modelagem e análise, que busquem encontrar as melhores características de projeto e requisitos de operação visando salvaguardar a segurança das pessoas, meio ambiente e do patrimônio da unidade.

Com a assistência de sistemas automatizados, é possível desenvolver um SCI para garantir a segurança tanto da estrutura física e patrimônio quanto das pessoas dentro e arredores das instalações protegidas. Deste modo, devido à complexidade do SCI, torna-se premente uma modelagem que tenha aderência aos requisitos e torne possível analisar a dinâmica do sistema bem como sua integração com outros sistemas industriais, isto corrobora para o estudo e desenvolvimento de metodologias para auxiliar e guiar o desenvolvimento de modelos.

Desta maneira, um modelo é compreendido como uma abstração e representação simples do sistema [2]. A modelagem demonstra os componentes mais relevantes do sistema e o modo como eles se integram. Após de obtido o modelo do sistema, é possível executar a simulação com fins de se fazer a análise da dinâmica do sistema ou para análise de novas táticas de controle [3].

Simulações usam de modelos para caracterizar o funcionamento de um sistema que pode ou não existir. O entendimento crucial é que a simulação é um desenvolvimento alternativo que se aproxima do sistema real e, em diversos aspectos, a finalidade da simulação é analisar e compreender a dinâmica deste em função de transações e disparos alternativos [3].

A modelagem de SCI, abrange a consonância do conhecimento de como esses sistemas operam. Ou seja, quais as tarefas realizadas por seus componentes e como são as inter-relações entre estas ações e disparos. Nesta forma, é notório que os itens que compõem o SCI têm suas reações dinâmicas definidas em função da mudança de estados discretos como consequência do

acontecimento de eventos instantâneos e que compõem um tipo de sistemas chamado de Sistemas a Eventos Discretos (SEDs) [4][5].

Em realidade, abordagens acadêmicas e de estudos sobre a dinâmica do fogo, da chama, da fumaça, das pessoas em situações de sinistro [6], etc., asseveram que conceitos de sistemas híbridos e difusos são também relevantes na análise de SCI. O sistema híbrido é composto por apresentar ao mesmo tempo valores com características contínuas e/ou com características discretas [7]. Porém, em um enfoque holístico visando as funcionalidades dos itens de um SCI, o ensejo deste como um SED é adequado considerando que o seu objetivo está em variáveis e valores específicos (discretos) que podem até ser contínuas, ou seja, os estados e funcionalidades do SCI são projetados em função de uma checagem feita por comparação simples de valores, como por exemplo: menor que, igual a, maior que, etc. Utilizando o critério das Redes de Petri é exequível analisar a funcionalidade dos processos realizados pelo SCI.

Com fulcro em [8], a rede de Petri se caracteriza como uma das mais poderosas ferramentas gráficas utilizadas para a modelagem, análise e projeto de SEDs. Esta técnica admite a representação clara e compilada das funções e do desenvolvimento dos processos, proporcionando a caracterização da dinâmica do sistema, bem como a realização das táticas de controle. A rede de Petri é ideal para a caracterização de sistemas com processos concorrentes, não sincronizados, paralelos e distribuídos [9-11].

Desta maneira, várias abordagens decorrentes de rede de Petri foram propostas com corroborada eficiência para a análise, modelagem e controle de exemplos reais de SEDs. Estas metodologias são utilizadas por meio de um enfoque estrutural, onde o sistema é modelado em distintas camadas de abstração. Como exemplo, tem-se o caso de sistemas de automação industrial, onde tem sido usado um modelo teórico, obtido através do uso da metodologia Esquema do Fluxo de Produção (Production Flow Schema - PFS) [4] e a compilação do supracitado sistema para modelos funcionais por meio do uso de Grafo de Marco de Fluxo (Mark FlowGraph - MFG) [12] e suas vertentes extras, onde são mantidas as estruturas das "ações" caracterizadas na camada superior da modelagem. Os modelos obtidos podem, portanto, ser analisados e validados por simulação conforme os requisitos das atividades e serviços de um sistema de automação industrial e checado de acordo com as características da rede de Petri [13].

## II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### II.1. O PARADIGMA DAS REDES DE PETRI

Diferentes linguagens formais podem ser escolhidas para modelar um dado sistema a eventos discretos como de combate a incêndio. Por exemplo, podem ser consideradas redes de filas, máquinas de estados finitos ou autômatos, redes de Petri ou processos semi-Markov generalizados [14].

Nesse contexto, o paradigma das redes de Petri foi selecionado por várias razões. Em primeiro lugar, uma vantagem indiscutível das redes de Petri é a representação gráfica e matricial. Esta característica particular das redes de Petri a torna muito intuitiva e poderosa para a análise estruturada, bem como para a avaliação de desempenho e simulação.

Uma segunda característica interessante das redes de Petri é sua maneira natural de representar comportamentos complexos que incluem paralelismo e sincronização [15], e para a quantidade de conhecimento nos estudos acerca das redes de Petri que foi desenvolvido nas últimas décadas [16].

Em qualquer problema de decisão, o sistema em questão deve apresentar um ou mais graus de liberdade, permitindo escolher diferentes configurações alternativas como resultado de

uma decisão. Esses graus de liberdade ou características indefinidas do sistema de eventos discretos original podem ser expressos no modelo resultante por meio de parâmetros indefinidos, levando também ao conceito de rede de Petri indefinida [17].

Os parâmetros de uma rede de Petri podem desempenhar papéis diferentes e, posteriormente, podem ser classificados de acordo com diferentes tipos, tais como parâmetros estruturais, de marcação, de transição ou de interpretação. Os parâmetros estruturais estão relacionados à estrutura do modelo de rede de Petri, enquanto os demais tipos estão associados ao seu comportamento.

Uma visão geral das diferentes abordagens para resolver um problema de otimização com base em uma rede de Petri indefinida pode ser encontrada em Ref. [18][19].

### III. MATERIAIS E MÉTODOS

A descrição e os modelos foram desenvolvidos a partir do levantamento de documentação e dados técnicos e teóricos oriundos do Sistema de Gerenciamento Eletrônico de Documentos Corporativos da companhia proprietária das instalações e de dados práticos coletados no Terminal Aquaviário de Coari, no Município de Coari, Amazonas.

Se comparadas com outras técnicas de descrição de Sistemas de Combate a Incêndio, as redes de Petri [20][10] possui um poder maior de modelagem, além disso ela tem a característica e vantagem da facilidade de visualização do sistema. Para a construção dos modelos em rede de Petri pode-se utilizar a técnica do PFS (production flow schema) [4], que é uma classe de rede de Petri devidamente interpretada para sistemas produtivos. O PFS baseia-se em aplicar refinamentos sucessivos através de uma abordagem “top-down”, de maneira que seja possível inserir progressivamente no modelo o detalhamento dos processos do sistema. O objetivo é representar claramente o fluxo de operações tendo como referência a evolução dinâmica de um determinado processo. A partir do PFS pode ser gerado um outro modelo em rede de Petri para descrever o comportamento dinâmico detalhado do sistema.

A modelagem e a análise das propriedades dos modelos, com o apoio da equipe de manutenção do TA-Norte, foram validadas no editor CPN-Tools, desenvolvido pela, da Universidade de Aarhus, Dinamarca, a partir de 2010 CPN Tools foi transferido para o grupo AIS da Universidade de Tecnologia de Eindhoven, Holanda.

#### III.1. APRESENTAÇÃO INFORMAL DAS REDES DE PETRI COLORIDAS

Uma pertinente limitação das redes de Petri ordinárias é o fato de necessitar uma grande quantidade de lugares e de transições para representar sistemas complexos (também nomeados pela literatura como sistemas reais). Ao passo em que a rede cresce, a visão geral do sistema modelado, por parte do analista, começa a ser dificultada ou comprometida e a análise do sistema modelado, por parte do computador, começa a ser restringida ou também dificultada.

Os sistemas reais corriqueiramente apresentam processos similares que ocorrem de modo paralelo ou concorrente, diferindo entre si apenas pelos seus recursos ou produtos manipulados. As fichas, por expressarem basicamente se as condições associadas a um lugar são verdadeiras ou falsas, requerem uma grande quantidade de lugares e, conseqüentemente, de transições, para representar tais sistemas com processos ou disposições similares.

Uma opção neste contexto é ao invés de aumentara quantidade de lugares, diferenciar os processos, recursos ou produtos através das fichas. Pois quando as fichas, ao invés de conter apenas função binária, contenham um vetor de dados ou informações, a quantidade de lugares e transições de uma rede que modela um sistema real pode ser reduzida.

Esta é o paradigma das redes de Petri coloridas, tema tratado neste capítulo. Em seguida, será realizada uma abordagem informal do tema supracitado, mostrando suas vantagens e vulnerabilidades se comparado às redes de Petri lugar-transição. Logo após, é elencado um exemplo, oriundo do trabalho de [21], que ilustra a evolução do conceito das redes ordinárias para o conceito das RPC.

Considerando hipoteticamente que existem dois tipos de processos em um sistema qualquer, denominados processos-p e processos-q, que compartilham três tipos de recursos, denotados por recursos-r, recursos-s e recursos-t. Tais processos ocorrem paralelamente e demandam os insumos citados ao mesmo tempo.

Os processos-p podem ser separados em quatro estados principais. O primeiro estado indica a quantidade de processos-p a serem operados. O segundo estado necessita da utilização de dois recursos-s para a execução do sistema. O terceiro estado requer a utilização de dois recursos-s e um recurso-t para a execução do sistema. Por fim, o quarto estado necessita utilizar dois recursos-s e um recurso-t para a execução do sistema.

No que se refere aos atos mais relevantes dos processos-p, é possível sobressair a primeira ação, que utiliza dois recursos-s para que o sistema siga do estado inicial para o segundo estado, a segunda e a terceira ação, que buscam um recurso-t para que o sistema siga do segundo para o terceiro estado e do terceiro para o quarto estado e, por fim, a quarta ação, que reinicia o processo-p.

Os processos-q podem ser separados em cinco principais estados. O primeiro estado indica a quantidade de processos-q a serem operados. O segundo estado necessita da utilização de um recurso-r e de um recurso-s para a operação do sistema. O terceiro estado requer a utilização de um recurso-r e de dois recursos-s para a operação do sistema. O quarto estado necessita da utilização de dois recursos-s para a operação do sistema. Por fim, o quinto estado demanda a utilização de dois recursos-s e um recurso-t para a operação do sistema.

No que se refere aos atos mais significativos dos processos-q, é possível sobressair a primeira ação, que utiliza um recurso-r e um recurso-s para que o sistema siga do estado inicial para o segundo estado, a segunda ação, que utiliza um recurso-s para o sistema siga do segundo para o terceiro estado, a terceira ação, que libera um recurso-r para que o sistema siga do terceiro para o quarto estado, a quarta ação, demanda um recurso-t para que o sistema siga do quarto para o quinto estado e, por fim, a quinta ação, que reinicia o processo-q.

Na Figura 1 é ilustrada a modelagem do sistema descrito anteriormente. Os lugares Bp, Cp, Dp e Ep se referem respectivamente aos estados 1, 2, 3 e 4 dos processos-p. As transições T2p, T3p, T4p e T5p se referem respectivamente aos eventos 1, 2, 3 e 4 dos processos-p. Consideração semelhante pode ser aplicada aos lugares e transições que estão no lado direito da rede de Petri ilustrada, que se referem, aos estados e ações dos processos-q descritos anteriormente. Os lugares R, S e T correspondem aos recursos-r, recursos-s e recursos-t, respectivamente.

Na RdP ilustrada na Figura 1, faz-se premente notar os dois tipos de processos por duas sub-redes separadas, ainda que os dois processos distintos compartilhem os mesmos recursos, utilizando-os de uma forma análoga ou semelhante.

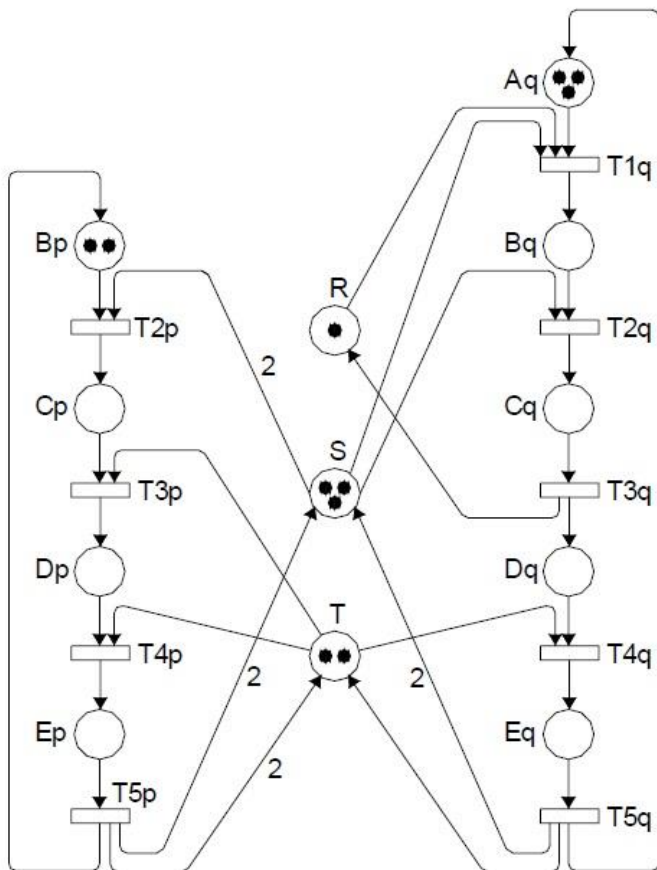


Figura 1: RdP descrevendo a alocação de recursos do sistema (marcação inicial M0).

Fonte: [21].

No que diz respeito à visão do analista sobre o sistema modelado, a rede ilustrada torna possível a visualização e sensibilização das restrições operacionais do sistema. Essa vantagem se esvai ou diminui a medida que o sistema modelado se torna maior ou mais complexo.

No que tange à implementação do modelo, a utilização de sub-redes similares causa por consequência ineficiência computacional, demonstrada pela entrada e pelo processamento dos dados. Tal deficiência é tolerável ou aceitável para um sistema simples, como o representado na Figura 1. Entretanto, para sistemas maiores, redundâncias como estas podem acarretar em um custo computacional elevado ou proibitivo.

Sistemas de manufatura, de telecomunicações ou de automação industrial, usualmente, apresentam diversos processos com características de paralelismo ou concorrência, compartilhando muitos recursos. Considerando hipoteticamente que o sistema a ser modelado, ao invés de contar com dois tipos de processos e três insumos distintos, apresentasse dezenas de processos e recursos. A representação gráfica do sistema e sua análise seria dificultada e pouco inteligível e a implementação computacional do modelo, assim como seu processamento, seriam bastante restritivos ou complexos.

Uma opção tática para suprimir esse tipo de problema é aplicar o conceito das redes de Petri hierárquicas. Neste tipo de rede, considera-se a existência de sub-redes que se comportam como lugares ou como transições e, deste modo, uma RdP passa a incluir mais dois conjuntos de elementos: os macro-lugares, que representam uma sub-rede por um lugar, e as macro-transições, que representam uma sub-rede por uma transição.

Embora teoricamente interessantes e potencialmente úteis, as redes de Petri hierárquicas não resolvem eficientemente o

problema do crescimento excessivo do número de nós da rede, quando se pretende modelar um sistema não trivial, com fulcro em [22]. Essa é, portanto, uma das grandes limitações das redes de Petri lugar-transição na modelagem e análise de sistemas reais.

Assevera que uma representação mais compacta de uma rede de Petri é obtida através da incorporação, para cada ficha, de uma cadeia de dados, chamados cores da ficha. O conceito de cor é análogo ao conceito de tipo da variável, comum nas linguagens de programação [21].

Na Figura 2 é ilustrado o mesmo sistema apresentado na Figura 1, porém modelado utilizando as redes de Petri coloridas.

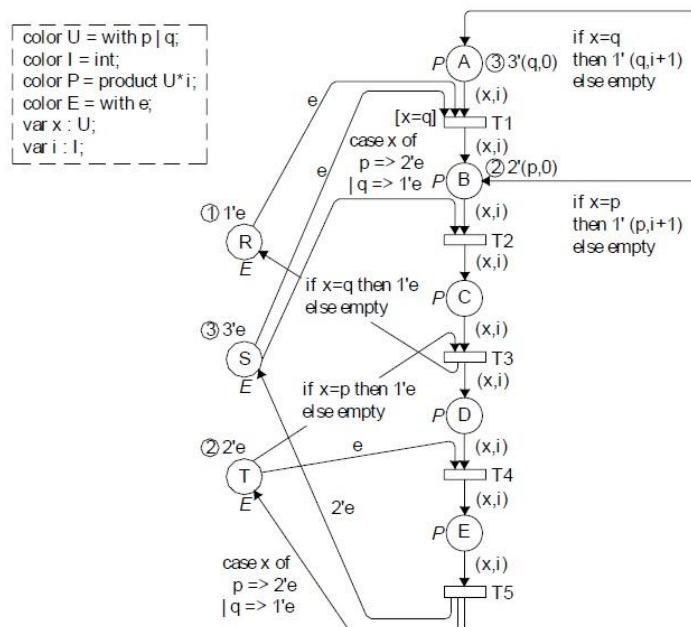


Figura 2: RPC descrevendo a alocação de recursos do sistema (marcação inicial M0).

Fonte: [21].

Para um determinado lugar P, as fichas nele contidas devem possuir cores que correspondam a um determinado tipo. Este tipo é denotado conjunto de cores do lugar. Examinando a rede ilustrada na Figura 2, no lugar R, todas as fichas nele contidas serão do tipo E. Assim é possível notar que a abstração de cores é usado nas redes de Petri coloridas de modo análogo a abstração dos tipos de variáveis está para as linguagens de programação.

Para os arcos são agregadas variáveis, expressões matemáticas ou elementos de uma linguagem de programação. Para se efetuar o disparo de uma transição, as estruturas de dados contidas nas fichas devem satisfazer as condicionais contidas nos arcos da rede de Petri colorida, de modo semelhante como interagem as fichas e os pesos dos arcos em uma rede de Petri ordinária.

No canto superior à esquerda da Figura 2, é possível notar a existência de um retângulo feito por linhas tracejadas, contendo declarações de uma linguagem de programação. Qualquer linguagem pode ser utilizada em modelos de RPC, entretanto, no contexto contemporâneo é vastamente utilizado, tornando-se quase uma regra, a utilização do padrão ML, que possui uma sintaxe textual semelhante à da linguagem de programação C.

O criador das redes de Petri coloridas, impulsionou pesquisas dentro deste paradigma de modelagem. O Departamento de Ciência da Computação da Universidade de Aarhus tornou-se a maior referência mundial no tema em questão e desenvolveu a ferramenta computacional mais robusta já desenvolvida, até a atualidade, para a edição e análise de RPC: o CPN Tools. O CPN Tools utiliza uma linguagem similar ao padrão ML, chamada de CPN ML [22].

A Expressão  $[x = q]$ , associada à transição T1 da rede ilustrada na Figura 2, é classificada como uma guarda. Uma guarda é uma regra que delimita o disparo de uma transição apenas a uma variável de um tipo especificado. No exemplo em questão, a guarda  $[x=q]$  especifica que a transição T1 só está habilitada para processos do tipo q, não efetuando disparos para processos do tipo p ou qualquer outro.

### III.2. APRESENTAÇÃO FORMAL DAS REDES DE PETRI COLORIDAS

O entendimento, por parte do analista, da lógica matemática que rege uma RPC não é uma condição indispensável para a utilização desta técnica para a modelagem de um sistema. Com fulcro em [22], é possível especificar qualquer rede apenas em termos da sua representação gráfica.

A definição formal, entretanto, permite ao analista um maior detalhamento e compreensão da técnica utilizada, além de permitir analisar propriedades e atributos do modelo. Ao se aprofundar nos estudos acerca das redes de Petri coloridas, a compreensão da sua definição formal torna-se premente.

Asseveram que uma rede de Petri colorida é um grafo bipartido dirigido representado por uma quintupla [23]:

$$CPN = (P, T, C, I, O),$$

onde:

- P é um conjunto finito de lugares de dimensão n;
- T é um conjunto finito de transições de dimensão m;
- C são os conjuntos de cores associados com os lugares e com as transições de modo que:

$$C(p_i) = \{a_{i1}, \dots, a_{iui}\}, u_i = |C(p_i)|, i = 1, \dots, n.$$

$$C(t_j) = \{b_{j1}, \dots, b_{jvj}\}, v_j = |C(t_j)|, j = 1, \dots, m.$$

Os símbolos a's e b's representam as cores associadas.

• I é uma aplicação de entrada  $C(p) \times C(t) \rightarrow \mathbb{N}$  (inteiros não-negativos) correspondendo ao conjunto de cores direcionadas dos arcos de P para T.

• O é uma aplicação de saída  $C(t) \times C(p) \rightarrow \mathbb{N}$  (inteiros não-negativos) correspondendo ao conjunto de cores direcionadas dos arcos de T para P.

É possível notar que  $O(p,t) = O^T(t,p)$ .

A junção de dados às fichas torna o modelo mais compacto, por outro lado aumenta a complexidade das funções de disparo. Nas RdP ordinárias, são associados aos arcos de entrada I e de saída. Os valores inteiros, enquanto que nas RPC, são associadas aos arcos funções complexas.

## IV RESULTADOS E DISCUSSÕES

### IV.1. DESENVOLVIMENTO DO MODELO

O paradigma mais abrangente da modelagem de redes de Petri coloridas a ser aplicada em algum sistema de combate a incêndio de um terminal aquaviário petrolífero, será baseado no apontamento dos estados, que serão desempenhados pelos lugares, dos eventos que serão desempenhados pelas transições, e das informações complementares do modelo, a serem representadas pelas cores (tipos de dados).

Após a criação, desenvolvimento e a análise do modelo, é possível avaliar as opções táticas de melhoria disponíveis. É premente salientar que todo SCI de um TA possui suas particularidades, sendo necessário adaptar o modelo a cada cenário analisado. No caso das operações de SCI em terminais aquaviários, temos:

#### (i) Lugares

Os lugares de uma rede Petri colorida devem representar estados como: (a) quantidade de hidrocarbonetos armazenado nas tancagens do TA; (b) equipamentos disponíveis para uso, como bombas de incêndio, sprinklers, válvula de alimentação do canhão monitor ou dispersor de espuma; (c) sensores ativados; e (d) ações dos operadores da unidade ao pressionar botoeiras de emergência.

#### (ii) Transições

As transições de uma rede Petri colorida devem representar eventos tais como: (a) ações de partida, desligamento e abertura e fechamento canhões monitores e aspersores; e (b) retorno dos equipamentos ao repouso após o fim do sinistro.

#### (iii) Cores

As cores associadas às fichas deverão armazenar informações como por exemplo: (a) identificação do tipo de sinistro, se com petróleo ou GLP e em que local ocorre, em um tanque ou esfera; e (b) atributos dos equipamentos, se a bomba esta disponível ou em manutenção, horímetro da bomba, nível de operação dos tanques ou esferas, e se a válvula e canhões estão abertos ou fechados.

### IV.2. DESCRIÇÃO DA LÓGICA OPERACIONAL DO SISTEMA DE COMBATE A INCÊNDIO DO TERMINAL

Com base em visitas de reconhecimento e documentação técnica, é possível descrever a lógica operacional do sistema a ser modelado, que consiste no conjunto de procedimentos a serem realizados para as operações. A lógica e filosofia operacional do controle automático do sistema de combate a incêndio do TA Coari, no que se refere às operações do sistema de combate a incêndio, pode ser descrita do seguinte modo a seguir.

A lógica do sistema consiste em fornecer ao parque de tancagem de dispositivos automáticos que combatam o incêndio na área e a disponibilizar uma rede de água de combate a incêndio permanentemente monitorada com relação à pressão e vazão requeridas.

O suprimento de água à rede de combate a incêndio é proveniente do rio Solimões e a captação é feita diretamente do rio, pelas duas bombas da rede de combate a incêndio.

O Terminal dispõe ainda de um castelo de água conectado à rede de combate a incêndio, mantendo-a sempre pressurizada em cerca de 1,0 kgf/cm<sup>2</sup>, pela altura estática da água.

A rede fica permanentemente pressurizada por uma linha de água potável ligada à uma caixa d'água elevada. Esta linha tem uma chave de fluxo de vazão alta (FSH). A abertura de qualquer sistema da rede provocará uma vazão alta na linha de água potável e a chave de vazão fará partir a bomba e acionará uma chave de pressão temporizada (PSL) na rede de água.

Se depois de um tempo determinado, suficiente para entrada em regime da bomba, a pressão estiver baixa, a chave acionará a partida da segunda bomba, em caso de falha na bomba, detectado pelo sensoramento interno da bomba, é gerado um sinal

de "falha bomba" que causa que a respectiva bomba que emitiu o sinal entre automaticamente em manutenção, após seu reparo e/ou avaliação a mesma recebe sinal de "bomba ok", que torna a bomba novamente disponível para a operação, o modelo em redes de Petri colorida da lógica de partida das bombas, tolerante a falhas, é mostrado na Figura 3, após partida a bomba é obedecido o detalhamento lógico do sistema para cada área do terminal onde o SCI atua.

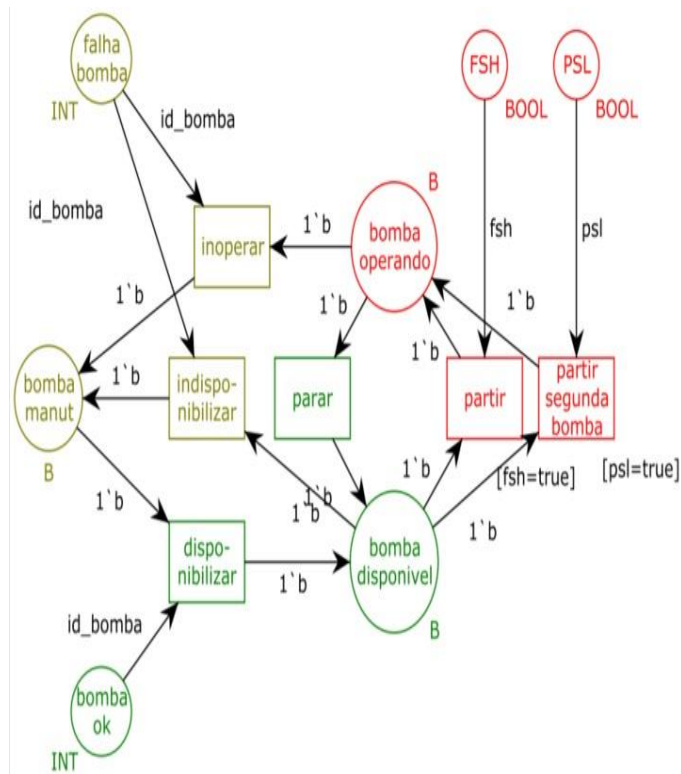


Figura 3: Modelagem da lógica de partida das bombas do SCI. Fonte: Autores, (2017).

### IV.3. DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO DO SCI

A seguir, é descrita a operação do SCI do Terminal Aquaviário de Coari, no que se refere ao tratamento de uma situação de sinistro.

O sinistro pode ser acionado remotamente ou localmente por um operador, ou acionado automaticamente pelo PLC de automação industrial da unidade a partir do desenvolvimento de uma lógica de intertravamentos, sendo acionado o sinistro o mesmo será analisado quanto a que em que local da planta industrial ocorre e qual produto está envolvido, deste modo é partida a bomba e simultaneamente é iniciada a mobilização dos ativos de SCI pertinentes a área afetada, que notadamente podem ser as área de tancagem de petróleo ou área de esferas de GLP.

Na área de tancagem, em caso de sinistro em TQ-02/03, serão acionadas por intertravamentos as válvulas de entrada de água para resfriamento dos costados do tanque sinistrado e do vizinho, em caso de sinistro em TQ-01/04, serão acionadas por intertravamentos as válvulas de entrada de água para resfriamento dos costados do tanque sinistrado e também do seu vizinho TQ-04 (Diesel), a modelagem em redes de Petri colorida do intertravamento do subsistema do SCI que abrange a área de tancagem de petróleo é mostrada na Figura 4.

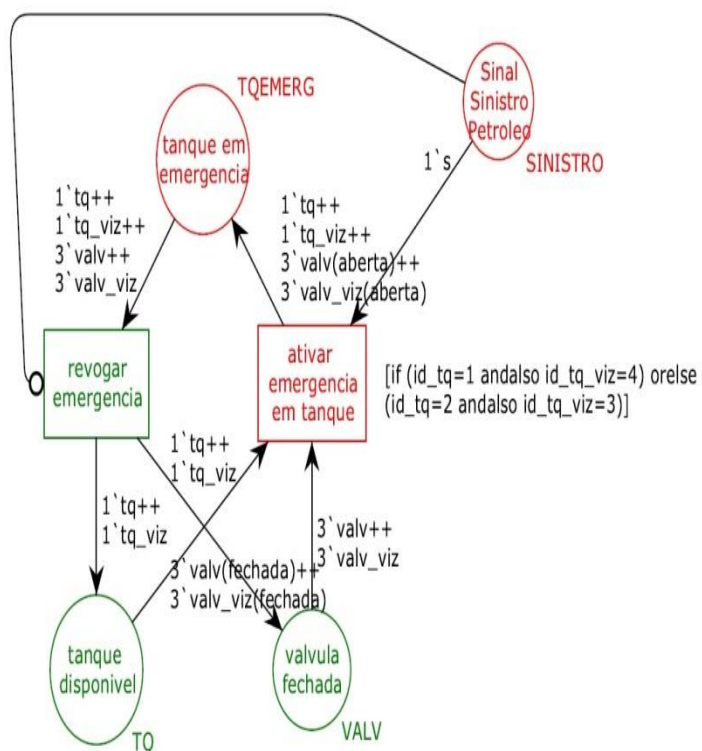


Figura 4: Modelagem em RPC da lógica do SCI na área de tancagem de petróleo. Fonte: Autores, (2017).

Na área das esferas, em caso de sinistro em alguma das esferas EF-8001/8002/8003/8004/8005 e 8006, serão acionadas por intertravamentos os respectivos aspersores e o par de canhões monitores correspondentes. Devido à distância entre os costados das esferas serem de 35m ou maiores, e conforme item 5.5.3 da norma N-1203 [24], só é necessário resfriar esferas cuja distância entre o costado for menor de 30m em relação a uma esfera sinistrada, não serão acionados aspersores ou canhões de esferas vizinhas a uma esfera sinistrada, a modelagem em redes de Petri colorida do intertravamento do subsistema do SCI que engloba a área das esferas é ilustrada na Figura 5.

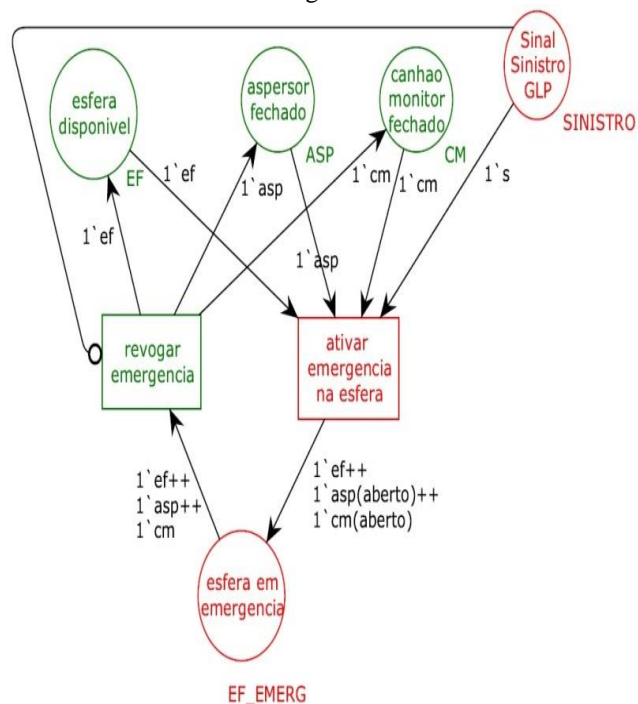


Figura 5: Modelagem em RPC da lógica do SCI na área das esferas de GLP. Fonte: Autores, (2017).

IV.4. SISTEMA MODELADO

Levando em consideração o exposto no item 4.1, assim como os requisitos e descrição do funcionamento do SCI do

terminal no tópico 4.2 e 4.3, desenvolveu-se um modelo matemático, baseado em redes de Petri coloridas geral para o SCI, Figura 6.

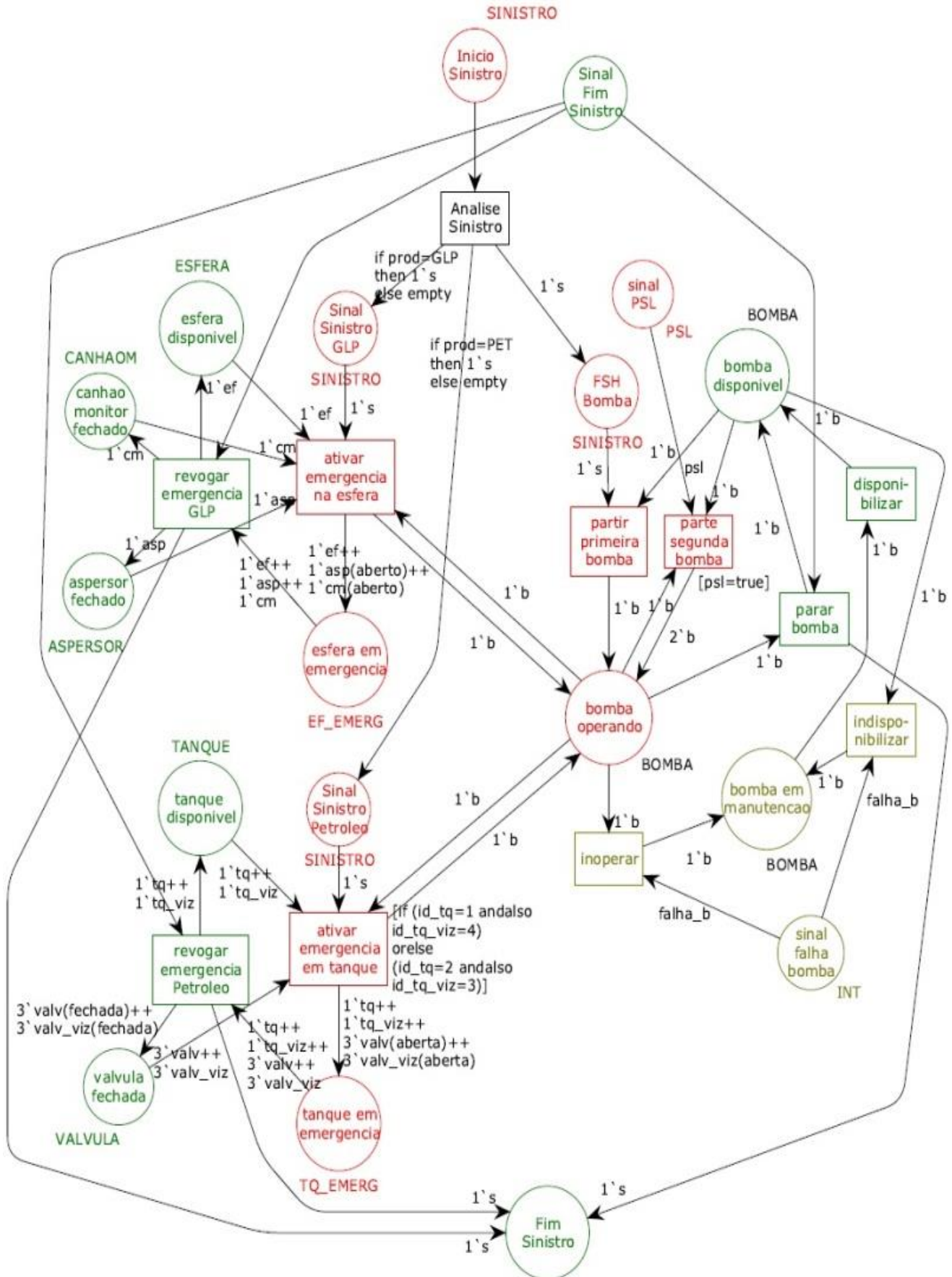


Figura 6: Operação do SCI do Terminal Aquaviário de Coari por uma rede de Petri colorida. Fonte: Autores, (2017).

Nas Tabelas 1, 2, 3 e 4 são descritos, respectivamente, os lugares, as transições, as cores e as variáveis do modelo proposto.

Tabela 1: Legenda dos lugares da rede apresentada na Figura 6.

| Lugar                   | Descrição  |
|-------------------------|--|
| Início sinistro         | Sinal de início de sinistro, gerado por operador ou PLC.                               |
| Sinal Fim Sinistro      | Sinal de fim de sinistro, gerado por operador.   |
| FSH Bomba               | Após início de um sinistro, vazão alta FSH na rede de incêndio.                        |
| Bomba disponível        | Bombas que estão disponíveis para operação.  |
| Bomba operando          | Bombas que estão em operação devido a um sinistro.                                     |
| Bomba em manutenção     | Bombas que estão em manutenção.  |
| Sinal falha bomba       | Sinal de falha da bomba, gerado por seus sensores internos.                            |
| Sinal PSL               | Pressão baixa na rede de incêndio.   |
| Sinal sinistro GLP      | Sistema detecta que sinistro ocorre na área do GLP.                                    |
| Esfera disponível       | Esferas que estão disponíveis para operação.   |
| Canhao monitor fechado  | Canhões monitores que protegem as esferas fechados.                                    |
| Aspersor fechado        | Aspersores que protegem as esferas fechados.   |
| Esfera em emergência    | Esfera em emergência, juntamente com aspersor e canhões monitores respectivos abertos. |
| Sinal sinistro Petroleo | Sistema detecta que sinistro ocorre na área do Petróleo                                |
| Tanque disponível       | Tanques que estão disponíveis para operação.   |
| Válvula fechada         | Válvulas, que alimentam protetores dos tanques, fechadas.                              |
| Tanque em emergência    | Tanque em emergência, juntamente com as válvulas respectivas abertas.                  |
| Fim Sinistro            | SCI e todos seus equipamentos estão desmobilizados em todas as áreas.                  |

Fonte: Autores, (2017).

Tabela 2: Legenda das transições da rede apresentada na Figura 6.

| Transição                   | Descrição   |
|-----------------------------|---|
| Análise Sinistro            | Sistema analisando sinal de sinistro.                                     |
| Ativar emergência na esfera | Mobilizando recursos do SCI referentes da esfera sinistrada.              |
| Revogar emergência GLP      | Desmobilizar recursos do SCI referentes a esfera sinistrada.              |
| Partir primeira bomba       | Primeira bomba é ligada, após sinal de vazão alta (FSH).                  |
| Parte segunda bomba         | Segunda bomba é ligada, após sinal de pressão baixa na rede do SCI (PSL). |
| Parar bomba                 | Para a bomba após o fim do sinistro.                                      |
| Inoperar Bomba              | Bomba sai de operação por falha.  |
| Indisponibilizar bomba      | Bomba fica indisponível por falha.  |
| Disponibilizar bomba        | Bomba disponibilizada após tratamento da falha.                           |
| Ativar emergência em tanque | Mobilizando recursos do SCI referentes ao tanque sinistrado.              |
| Revogar emergência          | Desmobilizar recursos do SCI referentes ao tanque sinistrado.             |

Fonte: Os autores (2017).

Tabela 3: Descrição das cores da rede apresentada na Figura 6.

| Cor      | Descrição  |
|----------|--|
| SINISTRO | Conjunto de cores relacionado ao sinistro.                       |
| BOMBA    | Conjunto de cores relacionado a bomba.                           |
| PSL      | Conjunto de cores relacionado ao sensor de pressão baixa PSL.    |
| INT      | Conjunto de cores relacionado as falhas da bomba.                |
| ESFERA   | Conjunto de cores relacionado a esfera.                          |
| CANHAOM  | Conjunto de cores relacionado aos canhões monitores das esferas. |
| ASPERSOR | Conjunto de cores relacionado aos aspersores das esferas.        |
| EF_EMERG | Conjunto de cores relacionado a esfera em emergência.            |
| TANQUE   | Conjunto de cores relacionado ao tanque.                         |
| VALVULA  | Conjunto de cores relacionado as válvulas do tanque.             |
| TQ_EMERG | Conjunto de cores relacionado ao tanque em emergência.           |

Fonte: Autores, (2017).

Tabela 4: Descrição das variáveis da rede apresentada na Figura 6.

| Variável | Tipo     | Descrição                                       |
|----------|----------|---|
| s        | SINISTRO | Identificação do sinistro com local e produto.  |
| b        | BOMBA    | Bomba com tag, horímetro e status.              |
| falha_b  | INT      | Falha na bomba identificada por número inteiro. |
| psl      | PSL      | Evento de pressão baixa na rede de SCI.         |
| ef       | ESFERA   | Esfera com tag, nível e status.                 |
| cm       | CANHAOM  | Canhão monitor com tag e status.                |
| asp      | ASPERSOR | Aspersor com tag e status.                      |
| tq       | TANQUE   | Tanque com tag, nível e status.                 |
| valv     | VALVULA  | Válvula com tag e status.                       |

Fonte: Autores, (2017).

O modelo desenvolvido objetiva representar a dinâmica operacional do funcionamento e movimentação tática do SCI do TA Coari no advento de um sinistro. O incremento de cores busca aumentar a semelhança do modelo como instrumento refletor da realidade do sistema de emergência, pois corrobora para a diferenciação dos diferentes cenários e lógicas de intertravamento em função das características do sinistro no terminal supracitado.

Como se reconheceu a dinâmica da operação do SCI do TA como aderente com a teoria dos Sistemas a Eventos Discretos (SED), os lugares representam os estados do sistema e as transições os eventos que implicam na mudança de estados.

Os conjuntos de cores associados aos lugares especificam as variáveis que podem ser associadas a cada lugar. Por exemplo, no lugar EF\_EMERG, só podem ser armazenadas as variáveis “ef”, “cm” e “asp”.

A variável “s” caracteriza um evento de sinistro. Os números e dados associados a essa variável pode ser relacionado com um banco de dados que descreva minuciosamente as peculiaridades mais significativas do tipo de sinistro como, por exemplo, tipo de produto, local, condições de contorno da área afetada.

A variável “b” caracteriza uma bomba de combate a incêndio. Os dados associados a essa variável podem ser da identificação da bomba, seu horímetro e seu status. Assim como a variável “falha\_b” caracteriza um evento de falha em determinada bomba. A variável “psl” caracteriza o advento de pressão baixa da rede do SCI, detectado por um sensor do tipo pressostato.

A variável “ef” caracteriza cada esfera. Os dados associados a essa variável pode ser relacionado com uma base de dados que descreva minuciosamente as peculiaridades mais significativas do equipamento como, por exemplo, características, identificação, nível operacional e status do equipamento.

A variável “cm” caracteriza cada canhão monitor e a variável “asp” caracteriza cada aspersor montados em uma esfera. Deve-se proceder analogamente ao que foi proposto para a variável “tq” para tanques de petróleo e “valv” para válvulas de SCI montados no tanque.

Essa diferenciação dos componentes do sistema traz como vantagens: i) poder avaliar, individualmente, a eficiência de cada equipamento empregado na operação do SCI do terminal; e ii) simular e aferir o tempo em que um sinistro é atendido em determinado cenário.

## V. CONCLUSÃO

O presente trabalho derivou de uma pesquisa cuja finalidade era o desenvolvimento de um modelo de avaliação de desempenho operacional de SCI em terminais aquaviários que movimentam hidrocarbonetos, enfocando as operações de sinistro em tanques e esferas de armazenamento. Considerando que um TA pode ser considerado como um Sistema a Eventos Discretos, o modelo desenvolvido foi baseado em redes de Petri coloridas, sendo aplicado ao caso do Terminal Aquaviário de Coari, situado no Estado do Amazonas.

A metodologia, apresentada neste trabalho, para avaliação de desempenho operacional de SCI em TAs, mostrou-se de grande relevância para a análise da aderência dos requisitos iniciais aos resultados obtidos. Os SCI são, além de complexos, submetidos a situações extremas em sua operação. As economias e ganhos em segurança resultantes de um planejamento rígido do projeto do SCI em TAs justificam os esforços direcionados para uma maior compreensão e controle da dinâmica dos SCI.

Relevante destacar que na revisão bibliográfica que deu suporte a este trabalho, assim como em buscas feitas na internet, não foi encontrado nenhum trabalho que utilizasse as redes de Petri coloridas para a modelagem de SCI em terminais aquaviários. Sendo assim, pode-se constatar que o presente trabalho é relativamente original, constituindo-se como uma pequena contribuição científica para a área de Planejamento e Projeto de Sistemas Instrumentados de Segurança.

Enquanto as modelagens correntes de simulação consideram as variáveis do sistema de uma forma agregada, o emprego das redes de Petri coloridas permite o acompanhamento de diversas variáveis, tais como estado dos equipamentos, tempo de ativação de cada recurso e diferenciação dos equipamentos, de uma forma simples e clara.

O formalismo matemático característico à técnica supracitada, também é um diferencial no modelo desenvolvido neste trabalho, no tocante à utilização de outras metodologias de modelagem. A análise de propriedades estruturais e

comportamentais pode propiciar ao analista uma maior compreensão da realidade modelada.

O software CPNTools, editor de redes de Petri coloridas utilizado neste trabalho, possui uma interface orientada a objetos bastante amigável e intuitiva para usuários de microcomputadores. Tal fato corrobora o emprego do modelo proposto no planejamento e projeto de sistemas industriais diversos. Para que tal utilização se concretize, torna-se necessário a realização de treinamento do corpo técnico do TA para que este possa realizar, com autonomia, simulações de modo a subsidiar a tomada de decisão em projetos ou na análise dos sistemas industriais do terminal.

## VI. AGRADECIMENTOS

Ao Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia (ITEGAM) e a Universidade Federal do Pará (UFPA).

## VII. REFERÊNCIAS

- [1] NFPA., 1997, **Fire Protection Handbook**, 16th edition. Quincy, Massachusetts.
- [2] Arata, W., 2005, **Representação computacional de sistemas a eventos discretos considerando a heterogeneidade e a integração dos modelos**. São Paulo, 2005. 188f. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- [3] Seila, A., 1995, **Introduction to simulation**. In: 27th Winter Simulation Conference. Arlington, 1995. Proceeding. New York.
- [4] Miyagi, P.E., 1996, **Controle programável –fundamentos do controle de sistemas a eventos discretos**, Editora Edgard Blucher, São Paulo. 7.
- [5] Ramadge, P.J.; Wonham, W.M., 1989, **The control of discrete event systems**. In: IEEE. Proceedings. v.77, n. 1.
- [6] Villani, E; Kaneshiro, P.I.; Miyagi, P.E., 2005, **Uncertainty in Hybrid Systems and the Fire Management System Design**. In: 16th IFAC World Congress, 2005, Prague.
- [7] Villani, E., 2004, **Modelagem e análise de sistemas supervisórios híbridos**. São Paulo. 339f. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- [8] Silva, M., 1985, **Las Redes de Petri: en la Automática y la Informática**. Madrid: Editorial AC.
- [9] Cardoso, J. E; Valette, R., 1997, **Redes de Petri**. Florianópolis: Editora da UFSC. 220p.
- [10] Peterson, J. L., 1981, **Petri Net Theory and the Modelling of Systems**. Prentice Hall Inc, New Jersey.
- [11] Reisig, W. **A Primer in Petri Design**. Berlin: Springer-Verlag, 1992.
- [12] Hasegawa, K.; Miyagi, P.E.; Takahashi, K., 1989, **Mark Flow Graph (MFG) para modelamento e controle de sistemas de eventos discretos**. Monografias em Automação e Inteligência Artificial. São Paulo. v.1, n.1, p.1-10.
- [13] Murata, T., 1989, **Petri nets: properties, analysis and applications**. Proceedings of the IEEE, New York, v. 77, n. 4, pp. 541-580.



- [14] J.O. Moody, P.J. Antsaklis, **Supervisory Control of Discrete Event Systems Using Petri Nets**, Kluwer Academic Publishers, Boston, 1998.
- [15] M. Silva, **Introducing Petri nets**, in: F. Di Cesare (Ed.), *Practice of Petri Nets in Manufacturing*, Chapman & Hall, 1993, pp. 1–62.
- [16] G. Balbo, M. Silva (Eds.), **Performance Models for Discrete Event Systems with Synchronizations: Formalisms and Analysis Techniques**, Editorial Kronos, Zaragoza, Spain, 1998.
- [17] J.I. Latorre-Biel, E. Jiménez-Macías, M. Pérez, **The exclusive entities in the formalization of a decision problem based on a discrete event system by means of Petri nets**, in: *Proceedings of the 23rd European Modelling and Simulation Symposium (EMSS 11)*, Rome, Italy, 2011, pp. 580–586.
- [18] J.I. Latorre, E. Jiménez, M. Pérez, **Simulation-based optimization for the design of discrete event systems modeled by parametric Petri nets**, in: *Proceedings of the UKSim 5th European Modelling Symposium on Mathematical Modelling and Computer Simulation (EMS2011)*, Madrid, 2011, pp. 150–155.
- [19] L.G. Maciel, I.F. Benitez, P., **Proposal of Smart Grids in communities of Amazonas State**, ITEGAM-JETIA Vol.01, No 02, Manaus, Brazil, 2015, pp.76-82.
- [20] Reisig, W., 1985, **Petri Nets an Introduction**. Springer Verlag, New York.
- [21] Jensen, K., 1992, **Coloured Petri nets: basic concepts, analysis methods and practical use** – Volume 1: basic concepts. Springer-Verlag, Denmark.
- [22] Barros, J.P.M.P., 2001, **Introdução à modelação de sistemas utilizando redes de Petri**. Instituto Politécnico de Beja. Escola Superior de Tecnologia e Gestão. Portugal.
- [23] Desrochers, A.A. e Al-Jaar, R.Y., 1995, **Applications of Petri nets in manufacturing systems**. IEEE Press. United States of America.
- [24] Petrobras, N-1203 - **Projeto de Sistemas Fixos De Proteção Contra Incêndio em Instalações Terrestres com Hidrocarbonetos**. Norma Interna, Rio de Janeiro, 2007.



## An interdisciplinary reflection on the perception of students' environmental education about Pedagogical Practices in Elementary School I of the Padre João D'Vries Municipal School in the city of Manaus

Greyce dos Santos Rodrigues<sup>1</sup>, Claudio Alves Nanhum<sup>2</sup>, David do Socorro Barros Brasil<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Programa de Pós-Graduação em Ciência e Meio Ambiente (PPGMA) do Instituto de Ciências Exatas e Naturais (ICEN) da Universidade Federal do Pará (UFPA). Avenida Augusto Correa 01. Campus Guamá. Belém-PA. Brasil. CEP: 66075-110.

Email: [Greyce.gsr@gmail.com](mailto:Greyce.gsr@gmail.com); [nahum@ufpa.br](mailto:nahum@ufpa.br); [dsbbrasil@ig.com.br](mailto:dsbbrasil@ig.com.br)

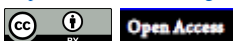
**Received:** September 02<sup>th</sup>, 2017

**Accepted:** September 19<sup>th</sup>, 2017

**Published:** September 30<sup>th</sup>, 2017

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

The present research was carried out in a municipal school located in the East Zone of Manaus, with the objective of proposing an interdisciplinary reflection on the perception of environmental education in primary school. Among the activities developed are the application of questionnaires, lectures and arts through figures. The research questionnaire was applied to the universe of 66 students of both sexes with ages between 10 to 13 years and 8 teachers. The lectures held mainly cover topics related to awareness of the importance of environmental conservation, firefighting and environmental pollution control. The workshops allowed the free expression of the students to show through the drawings their conceptions about environmental perception. All the activities developed in this project allowed mobilizations to improve pedagogical practices, seeking participatory actions students-teachers-community with the objective of raising awareness and reflecting on environmental issues.

**Keywords:** Environmental education. Environmental Perception. Pedagogical practices.

### Uma reflexão interdisciplinar sobre a percepção da educação ambiental dos alunos sobre as Práticas Pedagógicas no Ensino Fundamental I da Escola Municipal Padre João D'vries no município de Manaus

### RESUMO

A presente pesquisa foi realizada em uma escola municipal localizada na Zona Leste de Manaus, com o objetivo de propor uma reflexão interdisciplinar sobre a percepção da educação ambiental na escola primária. Entre as atividades desenvolvidas estão a aplicação de questionários, palestras e artes através de desenhos. O questionário de pesquisa foi aplicado ao universo de 66 alunos de ambos os sexos com idades entre 10 a 13 anos e 8 professores. As palestras realizadas principalmente cobrem tópicos relacionados à conscientização sobre a importância da conservação ambiental, combate a incêndio e controle de poluição ambiental. As oficinas permitiram a livre expressão dos alunos para mostrar através dos desenhos suas concepções sobre percepção ambiental. Todas as atividades desenvolvidas neste projeto permitiram mobilizações para melhorar as práticas pedagógicas, buscando ações participativas estudantes-professores-comunidade buscando a sensibilização nas reflexões ambientais.

**Palavras-chave:** Educação Ambiental. Percepção Ambiental. Práticas Pedagógicas.

### I. INTRODUÇÃO

A presente pesquisa vem contribuir de forma significativa sobre as práticas pedagógicas de ensino voltado para ao meio ambiente. Apresenta-se uma pesquisa realizada em uma escola Municipal localizado na Zona Leste de Manaus objetivando propor uma reflexão interdisciplinar sobre a

percepção da educação ambiental no ensino fundamental I, voltada às práticas pedagógicas no que concerne a sensibilização, conscientização e conservação para o desenvolvimento da transformação social ambiental.

A Educação Ambiental está alicerçada na Lei 9.795/99, em seu art. 2º, estabelece que a Educação Ambiental, está presente, de modo formal articulada, em todos os níveis e modalidade do processo educativo, em caráter formal.

A pesquisa trata-se uma análise perceptiva dos alunos e professores sobre as práticas pedagógicas de ensino, relacionadas à educação ambiental formal. De acordo com a política nacional de educação ambiental na Lei 9795/99 em seu Art. 1º compreende-se por educação ambiental:

A Educação ambiental permite que o indivíduo e a coletividade construam valores sociais, por meio dos conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, do uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade.

Para tanto a interdisciplinaridade é um componente curricular essencial e permanente para integração da base da educação nacional. Alicerçada na Lei nº 9795/99 que em seu Art. 10 comenta que a educação ambiental é como uma prática educativa integradora, contínua e permanente em todos os níveis e modalidades do ensino formal.

De maneira que articulando as práticas pedagógicas com o meio ambiente os discente desenvolveram uma efetiva sensibilização, conscientização e principalmente a conservação para o cuidado com meio ambiente.

Haja vista que no cenário atual, vive-se em um mundo, não preocupado o suficiente em questões voltadas ao Meio Ambiente. É com essa finalidade que se busca desenvolver a educação ambiental com os alunos e juntamente com a comunidade.

E por meio das práticas pedagógicas busca-se contribuir para a redução dos índices de desmatamento e queimadas que são considerados grandes problemas ecológicos enfrentados na atualidade. E esta inquietação partiu da necessidade de reduzir esse índice principalmente por apresentarem uma cultura de queima muito comum no entorno da escola.

De acordo com a pesquisa o período de queimadas na Amazônia ocorrem principalmente no período do verão, onde o clima fica seco e propício à cultura da queima de floresta para efetuar a plantação, em grande porte. Com isso os maiores prejudicados são as comunidades ao seu entorno que com o alto índice de fumaça.

Busca-se por meio das práticas pedagógica ambientais combater a cultura da queimada, principalmente na comunidade, incentivando a conservação do meio ambiente dando ênfase a prática pedagógica. Para incentivar a cultura da conservação e preservação ambiental, humanitária não desperdiçando os conhecimentos adquiridos exercendo corretamente sua cidadania

## II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### II.1 EDUCAÇÃO AMBIENTAL

A educação ambiental é uma das ferramentas existentes para a sensibilização e capacitação da população em geral sobre os problemas ambientais. Com ela, busca-se desenvolver técnicas e métodos que facilitem o processo de tomada de consciência sobre a gravidade dos problemas ambientais e a necessidade urgente de nos debruçarmos seriamente sobre eles [3].

A educação ambiental tem como finalidade proporcionar a todos a possibilidade de adquirir novos conhecimentos, no sentido dos valores, quantos aos interesses ativo e as atitudes necessárias para proteger e melhorar o meio ambiente. Haja vista a transformação de conduta dos indivíduos, nos grupos sociais e na sociedade em respeito ao meio ambiente.

A educação ambiental institui-se política nacional para educação ambiental por meio da Lei 9.795 em 27 de abril de 1999.

A priori a definição da educação como ambiental é relevante, mas também insuficiente se queremos avançar na construção de uma práxis transformadora, uma prática fundamenta em ação educativa onde pretende-se transformar a sociedade [4]

Nesse sentido cabe destacar que a educação ambiental assume cada vez mais uma função transformadora, na qual a co-responsabilização dos indivíduos torna-se um objetivo essencial para promover um novo tipo de desenvolvimento sustentável.

Entende-se, portanto, que a educação ambiental é condição necessária para modificar um quadro de crescente degradação socioambiental, mas ela ainda não é suficiente, e se converte em “mais uma ferramenta de mediação necessária entre culturas, comportamentos diferenciados e interesses de grupos sociais para a construção das transformações desejadas”.

O educador tem a função de mediador na construção de referenciais ambientais e deve saber usá-los como instrumentos para o desenvolvimento de uma prática social centrada no conceito da natureza [5][6].

## II.2 PCNS E SUA INTERDISCIPLINARIDADE NA QUESTÃO AMBIENTAL

A Educação Ambiental foi instituída por meio da Lei n.º 9.795/1999, que visa estabelecer a educação ambiental como uma prática educativa integradora, contínua e permanente e de forma transversal e interdisciplinar.

Em seu Art. 10. A educação ambiental será desenvolvida como uma prática educativa integrada, contínua e permanente em todos os níveis e modalidades do ensino formal. §1º. A educação ambiental não deve ser implantada como disciplina específica no currículo de ensino.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN a Educação Ambiental apresenta-se como uma temática a ser inserida no currículo de modo diferenciado, não se configurando como uma nova disciplina, mas por meio da transversalidade.

Os conteúdos de Meio Ambiente serão integrados ao currículo através da transversalidade, pois serão tratados nas diversas áreas do conhecimento, de modo a impregnar toda a prática educativa e, ao mesmo tempo, criar uma visão global e abrangente da questão ambiental. As áreas de Ciências Naturais, História e Geografia serão as principais parceiras para o desenvolvimento dos conteúdos aqui relacionados, pela própria natureza dos seus objetos de estudo. As áreas de Língua Portuguesa, Matemática, Educação Física e Arte ganham importância fundamental por constituírem instrumentos básicos para que o aluno possa conduzir o seu processo de construção do conhecimento sobre meio ambiente. [7][8].

Desse modo de acordo com os PCN's o enfrentamento dos problemas ambientais exige que a educação seja mediadora, articulando teoria e principalmente práticas pedagógicas de ensino. Indubitavelmente a Educação Ambiental, perpassa todas as áreas do conhecimento e exige reflexões acerca da problemática ambiental na qual os conhecimentos dialogam uns com os outros para a formação de cidadãos conscientes, aptos para decidirem e atuarem na realidade socioambiental de um modo comprometido com a vida, com o bem-estar de cada um e da sociedade, local e global.

O trabalho de Educação Ambiental deve ser desenvolvido a fim de ajudar os alunos a construir uma

consciência global das questões relativas ao meio para que possam assumir posições afinadas com os valores referentes à sua proteção e melhoria.

De acordo com a teoria da complexidade na educação o pensamento complexo consiste na complexidade do ser e do saber [9].

Entretanto, para articular e organizar os conhecimentos e assim reconhecer e conhecer os problemas do mundo é necessário à reforma do pensamento. Para tanto esta reforma é paradigmática que se entende como algo influenciador de como observamos o mundo, como nos comportamos, nos relacionamos com as pessoas, e não programática que compreende-se por meio de uma lista das matérias, disciplinas e/ou componente curriculares que fazem parte de um curso e/ou que compõem o conteúdo de um concurso é a questão fundamental da educação já que se refere à nossa aptidão para organizar o conhecimento [10] e [11].

A educação ambiental enquanto saber ambiental ultrapassa as “ciências ambientais” para uma nova abertura de valores éticos dos conhecimentos práticos e dos saberes tradicionais. Esse novo saber emerge como espaço onde se articulam a natureza, por meio de um processo de reconstituição de identidades resultantes da hibridação entre o material e o simbólico; se produz no entrecruzamento de saberes e se arraiga em novas identidades; emerge, portanto, como complexidade ambiental [12], [13].

Na qual implica, primeiramente, na desconstrução do pensamento disciplinar, simplificador, unitário para, após, viabilizar as categorias que permitem pensar a inteligibilidade em movimentos dialógicos entre a ordem, a desordem e a organização, por via de inúmeras inter-retroações, ou seja, retornar a uma circunstância anterior ao momento presente reintroduzindo o conhecido em todo o conhecimento.

### II.3 PERCEPÇÃO AMBIENTAL NO CONTEXTO ESCOLAR

A percepção ambiental pode ser definida como sendo uma tomada de consciência do ambiente pelo homem, ou seja, o ato de perceber o ambiente que se está inserido, aprendendo a proteger e a cuidar do mesmo [14].

A percepção está direcionada com o desenvolvimento dos nossos sentidos, que exige que o indivíduo participe desse processo. Por outro lado o professor deverá propiciar uma atividade perceptiva para que o aluno fortaleça e se exercite dentro do ambiente escolar. Por meio de atividades que permitam ao aluno a comunicação e o desenvolvimento da percepção com relação a si mesmo e ao mundo que o rodeia.

Dentro deste contexto compreende-se a percepção como “Uma atividade, um estender-se para o mundo. Os órgãos dos sentidos são poucos eficazes quando não são ativamente usados” [15]. A necessidade de comunicação da criança desenvolve-se paralelamente à organização da sua capacidade de percepção e interação do indivíduo com o meio por meio dos órgãos dos sentidos baseada no conhecimento cultural, ético, social e na postura de cada um, de modo que o aluno tenha ópticas perceptivas diferentes sobre um mesmo objeto.

No âmbito escolar a percepção vincula-se de forma em que a criança percebe e adquire novos conhecimentos no ambiente escolar, conhecimentos esses que será aplicado posteriormente na vida adulta, onde os principais atores deste processo atuam por meio de relacionamento entre professor versus aluno, aluno versus professor e aluno versus aluno na qual torna-se relevante, uma vez que é a partir disto que a criança irá aprimora-se para a vida em sociedade.

Compete ao papel do professor não só mediar o conhecimento, mas vincular o processo de ensino e aprendizagem para o enfrentamento de um ser capaz de resolver por meio da criticidade e formulação pensamentos próprios conforme a sua subjetividade [16].

Para tanto a Educação Ambiental é uma ferramenta facilitadora para as discussões em relação à compreensão, à percepção e à conexão do homem com o meio ambiente.

Inserida no contexto escolar a Educação Ambiental deve ser abordada e explorada de forma interdisciplinar, possibilitando ao discente o contato constante com o meio ambiente. O contato contínuo e direto desperta nos alunos uma percepção automática da sua relação com o meio ambiente e isto facilita a compreensão da importância na preservação e nas atitudes comportamentais do dia a dia [17].

Entretanto nem sempre o conhecimento do problema ambiental é condição para a mudança de valores em benefício à conservação ambiental, é necessário que as atitudes sejam lembradas e exemplificadas diariamente, é preciso sentimento e conhecimento para sensibilizar tanto na forma individual quanto na forma grupal.

Por isso ações mitigadoras, projetos criativos e atitudes que despertem o interesse dos alunos são essenciais na aplicação de uma efetiva educação ambiental [17].

A Percepção Ambiental nesse contexto contribuirá para a utilização racional, permitindo uma relação harmônica entre os indivíduos e sociedade para com meio ambiente. Para transformação e formação de cidadãos conscientes, preparados para a tomada de decisões e atuando na realidade sócio-ambiental, com um comprometimento com a vida, o bem estar de cada um e da sociedade [18].

### II.4 QUEIMADAS E DESMATAMENTO MORAM AO LADO

Há necessidade de uma articulação com a produção de reflexão sobre a educação ambiental dentro de um contexto marcado pela degradação permanente do meio ambiente e seu ecossistema, por meio das práticas pedagógicas para reflexão sobre as práticas sociais.

O desmatamento no território brasileiro deu-se início no litoral com a destruição da Mata Atlântica no Nordeste, primeiramente para a extração do Pau-Brasil enviado a Europa para ser usado como madeira e tintura.

O processo de degradação da cobertura vegetal acelerou-se com a introdução da cultura da cana-de-açúcar e, posteriormente, com a criação do gado bovino. Da Mata Atlântica no Nordeste, as frentes de desmatamento dirigiram-se para o sudeste e sul do país encontrando as Matas de Araucárias e a partir de 1980 para o Centro Oeste avançando sobre os Cerrados por meio da expansão da fronteira em grande parte na borda sul da floresta Amazônica [19].

O desmatamento e as queimadas são considerados um dos grandes problemas ecológicos enfrentados pelo país na atualidade. O Brasil apresenta uma das maiores diversidade biológica em sua fauna e flora, e a falta de um direcionamento no que se refere à sensibilização conscientização e conservação ecológica quanto à exploração dos recursos ambientais vem acarretando prejuízos irreparáveis ao meio ambiente.

De acordo com Instituto Nacional de Meteorologia - INMET o cartograma da figura 1 mostra o Índice de inflamabilidade por região.



Figura 1: Índice de Inflamabilidade de Nesterov (grau de perigo).  
Fonte: [28].

No cartograma:

- ✓ Os pontos vermelhos indicam um índice de inflamabilidade perigoso;
- ✓ Os pontos laranja indicam um índice de inflamabilidade grande;
- Os pontos amarelos indicam um índice de inflamabilidade médio;
- ✓ Os pontos verdes claro indicam um índice de inflamabilidade pequeno; e
- Os pontos verdes escuro indicam nenhum índice de inflamabilidade.

O cartograma da figura 01 mostra que as regiões nordestes, sudeste e centro-oeste apresentam os maiores índices de focos de inflamabilidade no país, sendo mais propícias a incêndios.

Nesse cartograma observa-se que no Norte o índice perigoso de queimadas no Parque Estadual Chandless-AC, Santa Rosa de Tocantins-TO, Peixe-TO, Araguaia-TO, Paraná-TO. Observa-se ainda, algumas áreas classificadas no nível de grande risco de queimadas são Manicoré-AM, Parintins-AM, Marabá-PA, Conceição do Araguaia-PA, Santana do Araguaia-PA, Vilhena-RO. Níveis médio de risco de incêndio são observados em Boa Vista-RR, Autazes-AM, Rio Branco-AC, Eptaciolandia-AC, Serra dos Xinguara-PA, Cacoal-RO.

## II.5 O CONSTRUTIVISMO NA CONCEPÇÃO AMBIENTAL

A abordagem construtivista na educação ambiental é fundamental para o desenvolvimento cognitivo de qualquer indivíduo. Nesta perspectiva a educação ambiental, é de suma relevância para vida da população em geral e fundamental para futuras gerações.

“À medida que a humanidade aumenta sua capacidade de intervir na natureza para satisfação de necessidades e desejos crescentes, surgem tensões e conflitos quanto ao uso do espaço e dos recursos em função da tecnologia disponível” [20].

Por meio da escola a educação ambiental deve ser desenvolvida sob a ótica da construção de representações do meio ambiente que busca no aluno a possibilidade de conscientização com as questões relacionadas ao meio ambiente, nesse contexto é de suma relevância compreender as ações transformadoras na qual estão inseridos.

Para tanto uma das propostas na concepção Freiriana sobre Educação Ambiental, parti do princípio de centrar-se no compromisso de resgatar as origens do povo, a partir do seu contexto mais próximo[21].

A Educação Ambiental é um processo permanente no quais os indivíduos e a comunidade toma consciência do seu meio ambiente e adquirem conhecimentos, habilidades, experiências, valores e a determinação que os tornam capazes de agir, individualmente ou coletivamente, na busca de soluções para os problemas ambientais presentes e futuros [22].

Na concepção Piateg compreende que o indivíduo constrói os conhecimentos, dando-nos base para compreender o indivíduo constrói seu conhecimento. Dentro desta perspectiva a educação ambiental apresenta-se como uma nova ressignificação que visa à interação social na formação de cidadãos conscientes por meio de uma aprendizagem significativa, haja vista, o que se aprende relaciona-se com o meio, para que os atores deste processo educativo possam fazer a leitura crítica do cotidiano [23].

Para Vygotsky o professor apresenta-se como responsável e norteador na contribuição para a construção dos novos conhecimentos, dentro de uma proposta sociointeracionista. [24].

A construção do conhecimento e de habilidades dentro das zonas de desenvolvimento proximal, isto é, a condução dos alunos da zona de desenvolvimento real para um possível desenvolvimento potencial ele volta sempre ao papel desempenhado pelo adulto (no caso de um ensino escolar do professor) mostrando a necessidade deste auxílio, pois segundo ele o desenvolvimento consiste em um processo de processo de aprendizagem dos usos das ferramentas intelectuais, pela interação social com outros mais experimentados no uso dessas ferramentas [25], [26].

A Educação Ambiental é uma práxis educativa e social que tem por finalidade a construção de valores, conceitos, habilidades e atitudes que possibilitem o entendimento da realidade de vida e responsável de atores sociais individuais e coletivos no ambiente ([27].

## III. MATERIAIS E MÉTODOS

### III.1 CARATERIZAÇÃO E DESIGNE DA PESQUISA

O presente estudo trata-se de uma investigação sobre uma reflexão interdisciplinar sobre a percepção da educação ambiental dos alunos voltada às práticas pedagógicas desenvolvidas por meio de palestras, oficinas de desenhos direcionados a temática ambiental com aplicação de questionários estruturados sobre a percepção ambiental dos alunos e professores.

Permite-se priorizar numericamente a frequência e a intensidade da percepção dos comportamentos dos indivíduos quanto à percepção ambiental no universo de 66 alunos da pesquisa em questão.

O desenvolvimento do projeto é apresentado através do fluxograma 1.



Fluxograma 1: Designe da Pesquisa.

Fonte: Autores, (2017).

### III.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Participaram desta pesquisa 66 (sessenta e seis) alunos voluntários de 5º ano do ensino fundamental da Escola Municipal Padre João D'vries localizado na Zona Leste da cidade de Manaus. A investigação propõe uma reflexão interdisciplinar sobre a percepção da educação ambiental nas práticas pedagógicas no ensino fundamental I.

De acordo com a Resolução do Conselho Nacional de Saúde (CNS) nº 510, de 07 de abril de 2016, do Comitê de Ética em Pesquisa Humana, há uma necessidade de incluir os Critérios de Inclusão e Exclusão aos sujeitos da pesquisa participantes, haja vista serem os que possibilitam o estabelecimento do perfil do sujeito participante da pesquisa. Dessa forma, os critérios de inclusão são as condições que fazem com que tal indivíduo seja sujeito participante de uma pesquisa.

Os critérios de exclusão, por sua vez, são aquelas condições que retiraria o sujeito da pesquisa uma vez que este se preenche os critérios de inclusão.

Quanto aos critérios de inclusão:

- ✓ Ser aluno do 5º ano do ensino fundamental I, da escola em pesquisa;
- ✓ Ser do sexo masculino e feminino;
- ✓ Ser capaz de responder as questões do questionário de pesquisa;
- ✓ Ter faixa etária correspondente entre 10 a 13 anos.

Quanto aos critérios de exclusão:

- ✓ Não conseguir responder as questões do questionário de pesquisa;
- ✓ Ter competência e mínima do processo de escrita;
- ✓ Ter competência e mínima da compreensão do nível alfabético.

De acordo com a Resolução do Conselho Nacional de Saúde (CNS), os critérios servem para um norteamo da pesquisa sendo que o critério de inclusão será o de livre e espontânea vontade na participação da pesquisa e o de exclusão será de desistência de alguns sujeitos.

### III.3 ESPECIFICAÇÃO DO PROBLEMA DA PESQUISA

A problemática ambiental é de cunho social e principalmente educacional e vem superando os âmbitos dos saberes e dos sistemas de conhecimento constituídos permitindo compreender as ações e suas conseqüências produzidas no contexto social, pelo homem no que concerne ao meio ambiente.

Desenvolver nos alunos de modo formal o senso crítico no que tange a conservação para o cuidado com seu próprio meio no qual está inserido e que possam compreender a necessidade da sustentabilidade e como conservar o meio ambiente.

Haja vista na comunidade local apresentar uma cultura de queimada no entorno da escola, a Educação Ambiental é uma ferramenta relevante para mudança de atitudes, comportamentos, pois o ser humano precisa sair da inércia e conscientizar-se de que é parte do ambiente e que este mesmo ambiente é de todos e necessita estar saudável para o bem comum.

A figura 2 mostra um registro fotográfico em que observa-se grade concentração de fumaças proveniente de práticas de queimadas no entorno da escola.



Figura 2: Visão da rua nova Republica, onde se localiza a Escola.

Fonte: Autores, (2017).

Outrossim, foram desenvolvidas práticas pedagógicas interdisciplinando a educação ambiental. E como essa reflexão ambiental vai buscar soluções na sensibilização, consciência e conservação ambiental no contexto escolar por meio das práticas pedagógicas?

### III.4 COLETA DE DADOS

Quanto às coletas de dados foram realizadas por meio de aplicação de questionários da pesquisa, realizados pela pesquisadora, não ocorrendo interferências nas respostas e na construção dos desenhos conforme a percepção ambiental dos alunos.

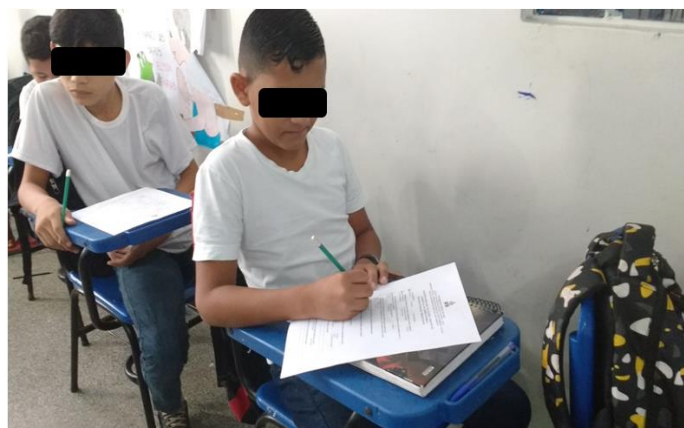


Figura 3: Aplicação do questionário – Percepção Ambiental.

Fonte: Autores, (2017).

Quanto a efetivação da pesquisa foram desenvolvido in loco, no primeiro momento realizou-se palestra expositiva, dialogada e contextualizada com temáticas relacionada à relevância da conscientização e conservação Educação Ambiental e ao combate a redução dos índices de queimadas.



Figura 4: Percepção ambiental através de palestras.

Fonte: Autores, (2017).

No segundo momento Palestra expositivas e dialogadas e contextualizadas de Conscientização e Prevenção e Controle de queimadas e solicitação de mudas aos alunos para distribuição junto à comunidade. Foram confeccionados cartazes para exposição sobre combate e redução dos índices de queimadas e conscientização para o cuidado com o meio ambiente efetivados em sala de aula, para exposição durante a caminhada na comunidade ao entorno da escola.



Figura 5: Percepção ambiental através da criação de cartazes.

Fonte: Autores, (2017).

No terceiro momento apresentação de vídeos referentes a Prevenção e Controle de queimadas. Organização e cuidado na caminhada que será desenvolvida como comunidade no entorno da escola e distribuição de mudas aos alunos e para entregarem aos comunitários do entorno da escola.

No quarto momento foi realizado um oficina de desenho livres relacionados ao meios ambiente, onde os

alunos expressaram através das criações ilustrativas sobre a percepção ambiental adquirida.



Figura 6: Percepção ambiental na visão de um aluno do ensino Fundamental I de 12 anos, mostra a extração madeireira comercial ilegal.

Fonte: Autores, (2017).

No quinto momento realização da caminhada junto com os alunos para exposição dos cartazes de cunho ambiental e entrega de mudas aos comunitários.



Figura 7: Distribuição de mudas a comunidade no entorno da escola.

Fonte: Autores, (2017).

Quantos aos recursos necessários foram utilizados:

- ✓ Humanos: Professores, Alunos, Funcionários e Comunidade.
- ✓ Materiais: foram utilizados Livros Didáticos, e Paradidáticos, Quadro Branco, lápis, canetas, pincéis hidrocor, Computador, Data-show, Papelaria (cartolina), Revistas, Jornais, CD's/ DVD's.

Realização da atividade sempre na coletividade e efetivação quanto à mediação da atividade desenvolvida com intuito de despertar a conscientização no combate e redução dos índices de queimadas.

O professor sendo o mediador escriba.

## IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

No que tange a análise dos dados realizou-se inicialmente aplicação do primeiro questionário para averiguar o nível de conhecimentos dos alunos quanto a temática Meio Ambiente, posteriormente iniciou-se uma intervenção por meio de práticas pedagógicas tais como palestras sobre Conscientização, Sensibilização e Preservação do Meio Ambiente, oficina de desenhos (voltadas ao meio ambiente) após a intervenção pedagógica efetivar-se aplicação do segundo questionários de pesquisa com as mesmas variáveis. Apresentando-se em dois momentos um sem intervenção pedagógica e outro com intervenção pedagógica.

Quanto à aplicação do questionário da pesquisa não houve interferências na percepção dos alunos em relação ao meio ambiente quanto suas respostas e no que concerne aos desenhos às temáticas mais abordadas foram “Queimadas e Desmatamentos”, haja vista ser uma inquietação principalmente no fim da tarde, pois existe uma prática comum junto à comunidade no entorno da escola. O recolhimento do material ocorreu no mesmo dia para que não houvesse perda do material e idoneidade na pesquisa.

No gráfico da figura 8, mostra a identificação dos gêneros dos pesquisados, foram pesquisados 36 alunos, 30 alunas totalizando 66 alunos, 1 professor e 7 professoras.

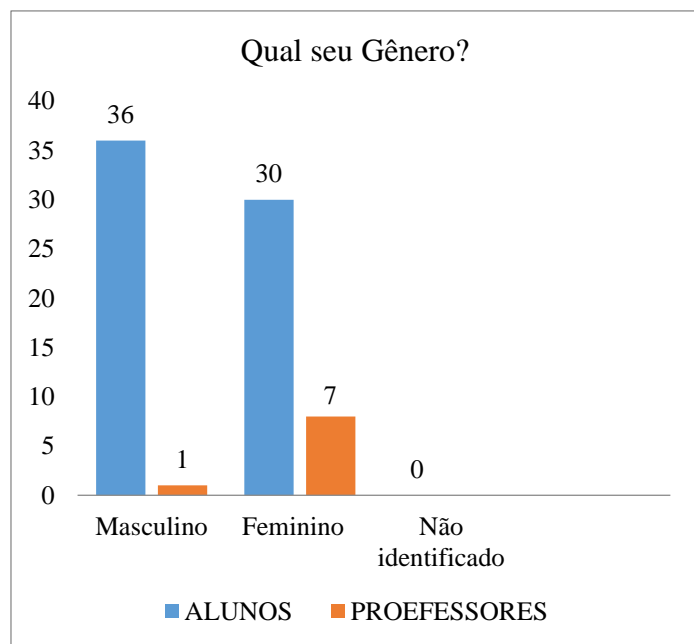


Figura 8: Identificação do gênero dos pesquisados.

Fonte: Autores, (2017).

O gráfico da figura 9 mostra a Classificação do interesse sobre assuntos relacionados ao Meio Ambiente. Sem intervenção pedagógica os resultados apresentam-se: 18 alunos com muito interesse, 8 alunos razoavelmente interessados, 6 alunos não sabem responder e 14 alunos não apresentam nenhum interesse.

Com intervenção pedagógica observa-se que houve um aumento significativo de 49 alunos demonstrando muito interesse nos assuntos relacionados ao meio ambiente.

Quanto aos professores 3 responderam muito interessado, 3 raramente interessado, 1 não sabia responder e 1 pouco interessado.

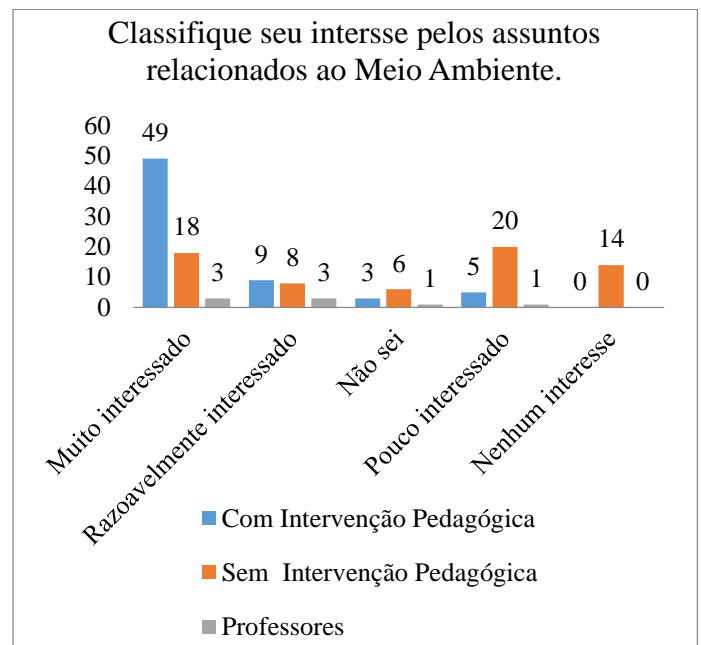


Figura 9: Classificação do interesse sobre assuntos relacionados ao Meio Ambiente.

Fonte: Autores, (2017).

O gráfico da figura 10 mostra a frequência da abordagem sobre Meio Ambiente em sala de aula.

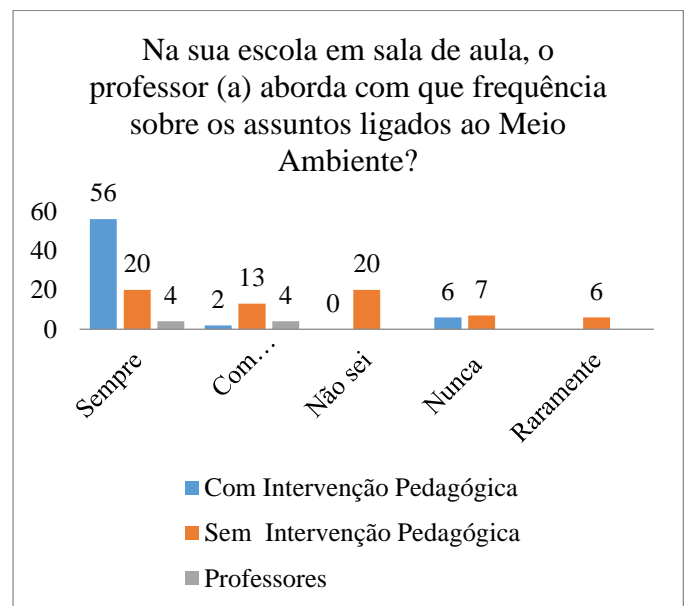


Figura 10: Frequência da abordagem sobre Meio Ambiente em sala de aula.

Fonte: Autores, (2017).

Na percepção dos alunos sem a intervenção pedagógica pode-se perceber que 20 alunos responderam que sempre, 13 alunos com alguma frequência 20 alunos não sabiam, 7 alunos responderam que nunca e 6 alunos disseram que raramente. Com a intervenção pedagógica 56 alunos responderam que sempre, 2 alunos com pouca frequência, 0 alunos não sabiam responder, 6 alunos responderam nunca e 6 alunos raramente. Quanto aos professores 4 responderam que sempre e 4 com alguma frequência.

O gráfico da figura 11 apresenta o cuidado ao desligar as luzes e condicionador de ar ao sair da sala de aula. Na percepção dos alunos sem a intervenção pedagógica pode-se perceber que 8 alunos desligam as luzes e o condicionador de ar, 13 alunos responderam que não possuem esse hábito, 33 alunos



somente as vezes e 12 alunos não souberam responder. Quanto aos professores 8 desligam as luzes ao saírem da sala de aula.

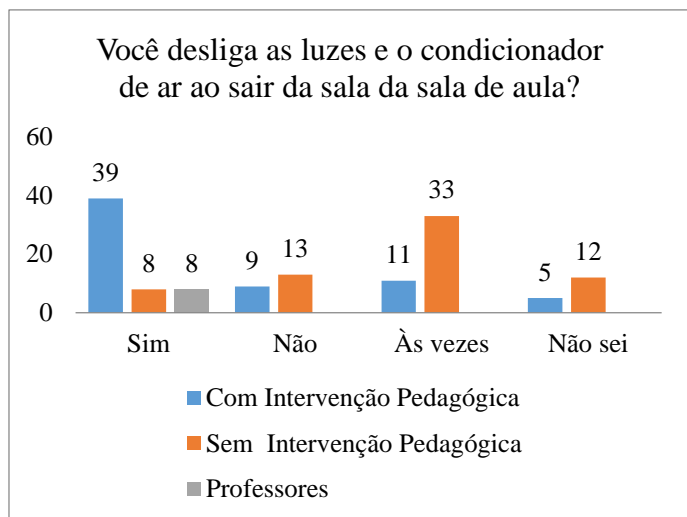


Figura 11: Cuidado ao desligar as luzes e condicionador de ar ao sair da sala de aula.

Fonte: Autores, (2017).

O gráfico da figura 12 mostra o Cuidado quanto ao desperdício de água sem a intervenção pedagógica apresentou-se 26 alunos não se preocupavam em fechar a torneira da pia do banheiro, 19 alunos responderam não fechavam, 20 alunos às vezes se importavam e 1 aluno respondeu não sei.

Com intervenção pedagógica 57 alunos afirmaram que fecham a torneira, 1 aluno disse não, 7 alunos responderem às vezes e 1 aluno não sei. Quanto aos professores os 8 responderam que fecham a torneira para evitar o desperdício de água.

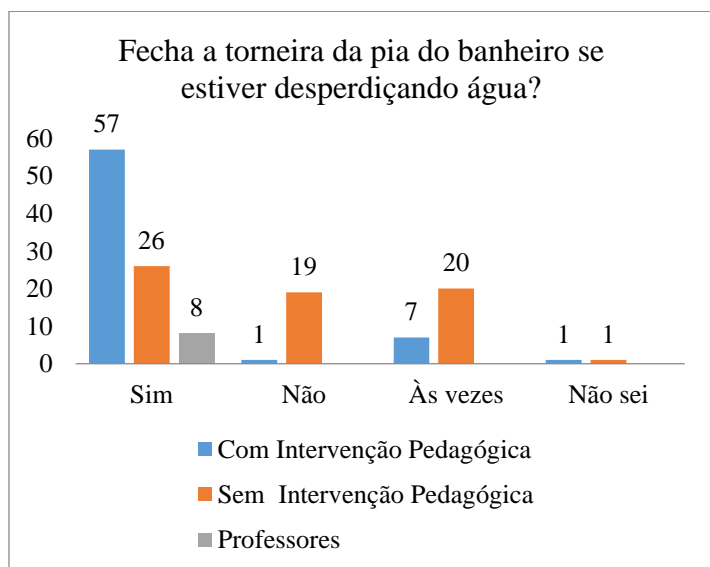


Figura 12: Cuidado quanto ao desperdício de água.

Fonte: Autores, (2017).

O gráfico da figura 13, mostra o Cuidado quanto colocar o papel não utilizado na lixeira, observa-se que sem a intervenção pedagógica 22 alunos responderam que descartam o papel na lixeira, 18 alunos disseram não, 14 alunos responderam às vezes e 12 alunos não souberam responder. Com intervenção pedagógica 49 alunos descartam o papel na lixeira, 4 alunos responderam que não, 13 alunos às vezes e 12 alunos não souberam responder. Quanto aos professores 8 descartam na lixeira.

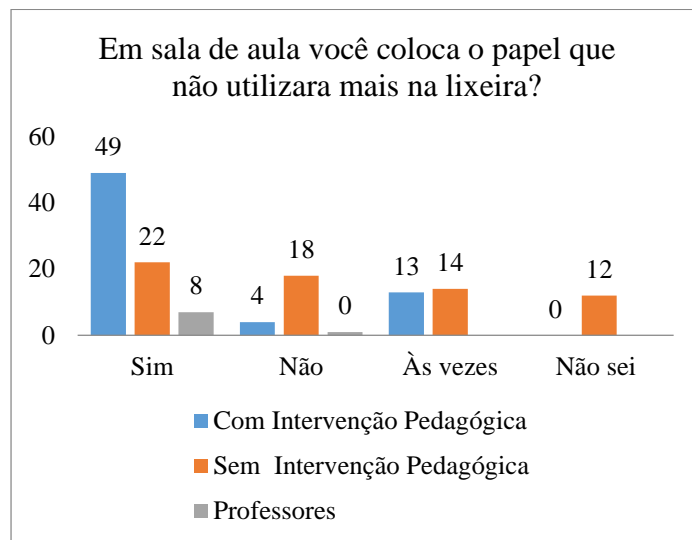


Figura 13: Cuidado quanto colocar o papel não utilizado na lixeira.

Fonte: Autores, (2017).

O gráfico da figura 14 quanto a Verificação quanto à existência de lixeira de coleta seletiva na escola, no primeiro momento sem intervenção foi possível constatar que 55 alunos perceberam a existência de lixeira seletiva na escola e 11 alunos não souberam responder. Com a intervenção pedagógica subiu para 63 alunos e diminuiu para 3 alunos que não souberam responder.

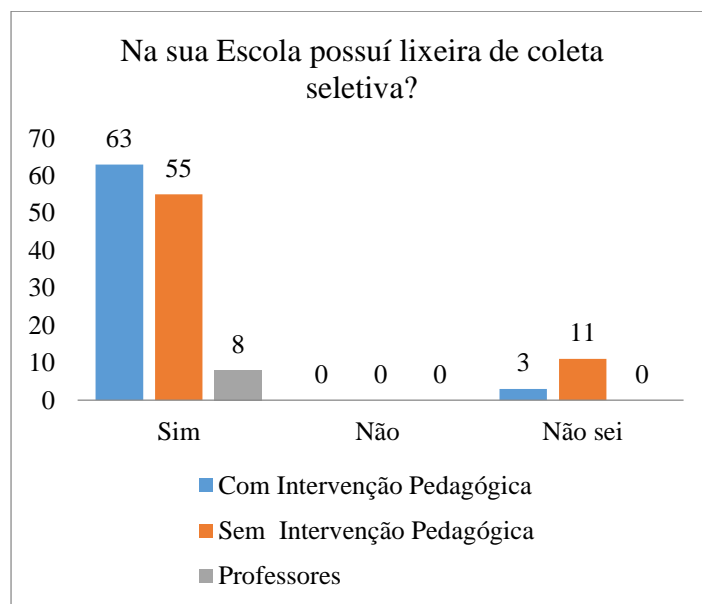


Figura 14: Verificação quanto a existência de lixeira de coleta seletiva na escola.

Fonte: Autores, (2017).

No gráfico da figura 15 observa-se a Verificação de abordagem sobre o Meio Ambiente quanto sua interdisciplinaridade, observa-se que sem intervenção não havia uma expressividade quanto à compreensão de interdisciplinaridade entre os componentes curriculares e o que mais apresentou a temática meio ambiente foram o componente curricular Ciências e posterior a intervenção pedagógica houve uma percepção maior sobre meio ambiente com relação aos demais componentes curriculares sendo que 41 alunos responderam que percebem essa abordagem em Português, 55 alunos em Ciências, 35 alunos em História, 41 alunos em Matemática, 38 alunos em Geografia, 19 alunos em Educação

Física, 18 alunos em Ensino Religioso, 18 alunos em Arte e 27 alunos em todos os componentes curriculares.

Quanto aos professores a percepção interdisciplinar foram distribuídas em 3 em Português, 3 em Ciências, 2 em História, 1 em Matemática, 5 em Geografia, 1 em Educação Física, 1 em Ensino Religioso, 3 em Arte em todos os componentes curriculares.

Outro ponto relevante Quanto à abordagem indagou-se qual o assunto que mais chama atenção. Na concepção de alunos e professores destacam-se:

Preservação do Meio Ambiente; cuidado com o ambiente no qual o sujeito está inserido; Poluição em geral (ar, solo, água, energia); A importância da água e o uso correto da água; Paisagem natural e modificada; Reciclagem, reutilização, reaproveitamento.

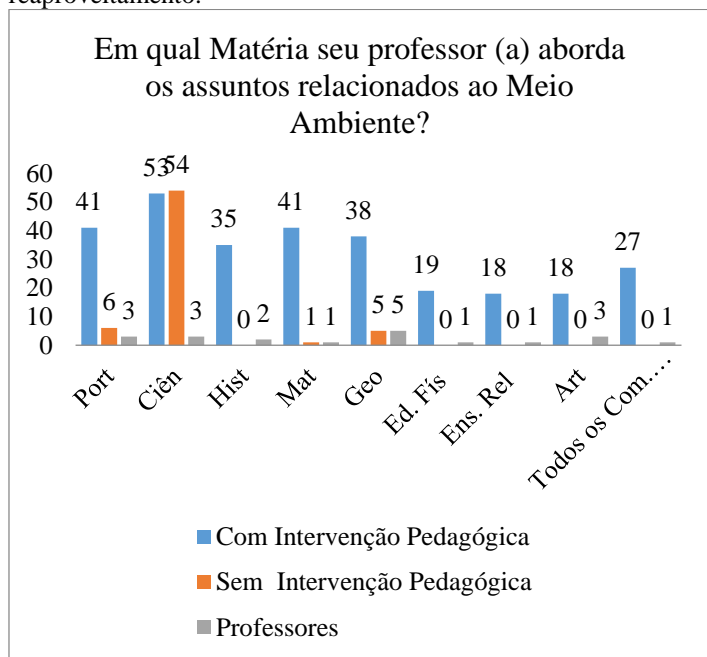


Figura 15: Verificação de abordagem sobre o Meio Ambiente quanto sua interdisciplinaridade. Fonte: Autores, (2017).

A figura 16 mostra o Panorama da Educação Ambiental âmbito familiar.

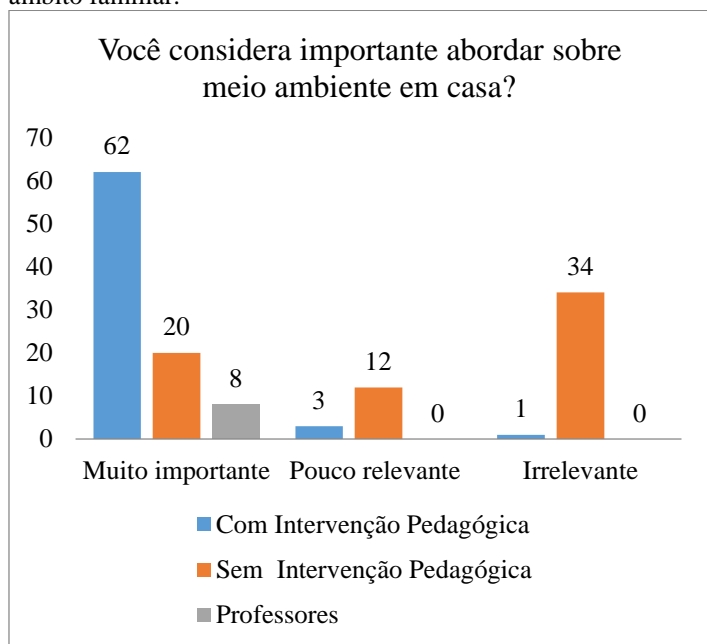


Figura 16: A relevância da abordagem sobre meio ambiente em casa. Fonte: Autores, (2017).

O gráfico da figura 16 mostra a relevância da abordagem sobre meio ambiente em casa apresenta sem intervenção pedagógica 20 alunos consideram muito importante falar sobre meio ambiente em casa, 12 alunos consideram pouco relevante, 34 alunos consideram irrelevante abordar sobre meio ambiente em casa. Com a intervenção pedagógica ocorreu um acréscimo de 62 alunos que consideram muito importante abordar sobre o meio ambiente em casa, 3 alunos consideram pouco relevante e 1 aluno considera irrelevante. Quanto aos professores os 8 consideram muito importante falar sobre o meio ambiente em casa.

Outras questões relevantes foram sobre a abordagem de falar de meio ambiente em casa. Entre professores e alunos podemos destacar:

“Para adquirir consciência e importância de cuidar”; “Acredito que tudo tem que ter o começo na família”; “Por conta do desperdício e conseqüentemente o gasto indevido”; “Para que todos da família estejam sempre conscientes a importância de preservar o meio ambiente” “Para que todos os membros da família estejam sempre conscientes da importância de preservar o meio ambiente”; e Porque a educação começa em casa”.

No gráfico da figura 17, observa-se o Cuidado com o desperdício de água em casa sem intervenção pedagógica 23 alunos se preocupavam com a torneira aberta ou pingando, 8 alunos não se preocupavam e 35 alunos responderam as vezes. E aos professores todos os 8 tinham essa preocupação em fechar a torneira da pia do banheiro.

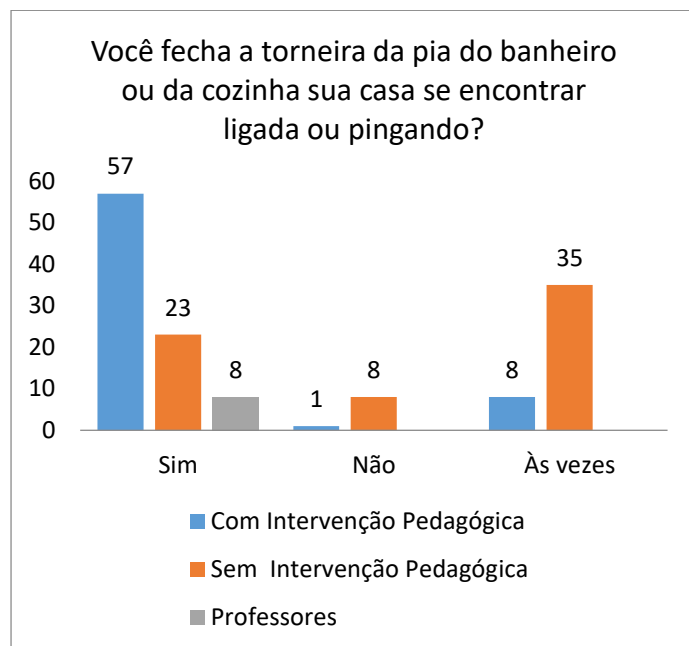


Figura 17: Cuidado como desperdício de água em casa. Fonte: Autores, (2017).

O gráfico da figura 18 mostra a economia de energia elétrica em casa, sem intervenção pedagógica observam-se que 17 alunos responderam sim, 27 alunos responderam não e 22 alunos responderam às vezes há essa preocupação com o ato de desligar a energia elétrica ao entrar e sair dos cômodos da casa. Com a intervenção pedagógica 51 alunos responderam que desligam a energia elétrica sempre que saem dos cômodos da casa, 5 alunos responderam que não, 10 alunos as vezes desligam as luzes dos cômodos de sua casa. Quanto aos professores os 8 desligam a energia elétrica sempre que entram ou saem dos cômodos de sua casa.

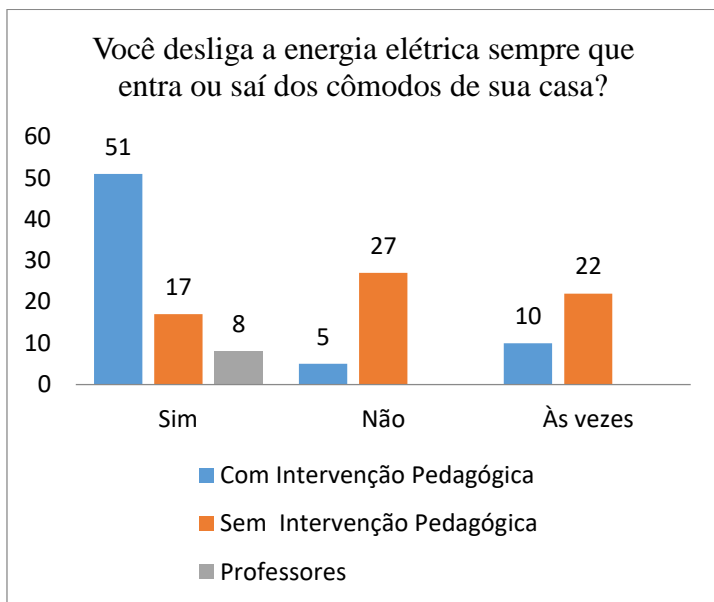


Figura 18: Economia de energia elétrica em casa.  
Fonte: Autores, (2017).

O gráfico da figura 19 mostra a seleção de lixo por tipo.

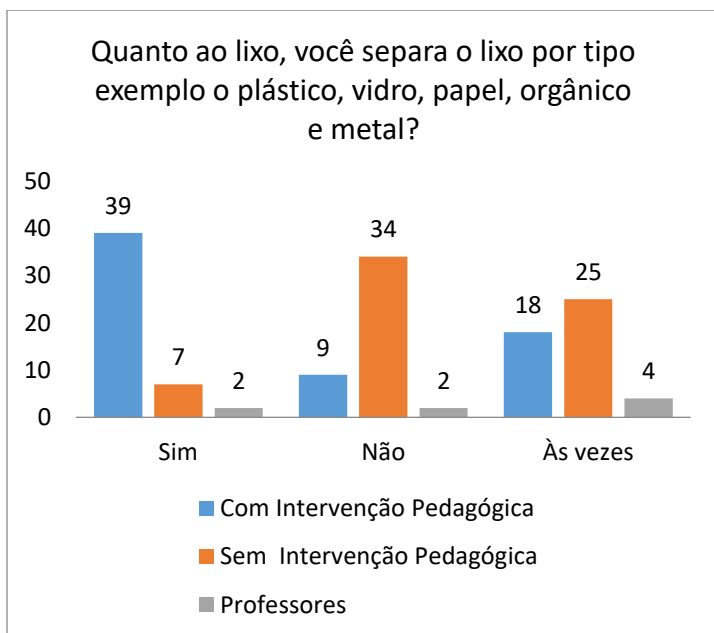


Figura 19: Seleção de lixo por tipo.  
Fonte: Autores, (2017).

Nesse gráfico observa-se que sem intervenção pedagógica 7 alunos apresentam essa preocupação quanto a separação do lixo, 34 alunos não se preocupam com a seleção de lixo e 25 alunos somente as vezes apresentavam esse preocupação. Com intervenção pedagógica houve um aumento significativo onde 39 alunos que separa o lixo por tipo, 9 alunos continuaram a não separar e 18 alunos somente as vezes.

Quanto aos professores 2 separam o lixo, 2 não separam o lixo e 4 responderam as vezes separam o lixo.

O gráfico da figura 20 mostra o cuidado com o lixo residencial e como sua trata o lixo sem intervenção 20 alunos juntam tudo e Poe na lixeira, 5 alunos separa a comida, 3 alunos separa plástico e papel. Com intervenção pedagógica 35 alunos juntam tudo e põe na lixeira, 15 alunos separam a comida e 16 alunos separam plástico e papel e nenhum jogam no quintal.

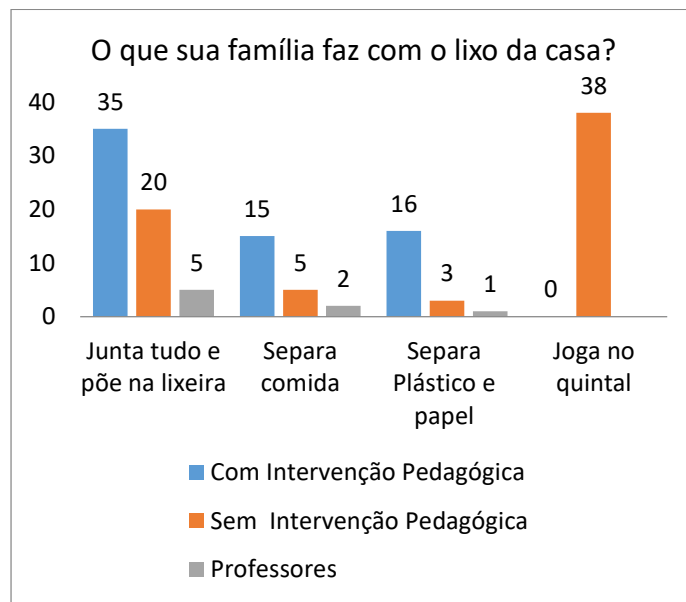


Figura 20: Cuidado com o lixo residencial.  
Fonte: Autores, (2017).

O gráfico da figura 21 mostra a relevância da abordagem sobre o meio ambiente em casa, sem intervenção pedagógica 19 alunos responderam que muito importante essa abordagem ambiental, 7 alunos consideravam pouco relevante e 40 alunos consideravam irrelevante a abordagem ambiental no âmbito familiar.

Com a intervenção pedagógica 53 alunos consideram muito importante abordagem ambiental no contexto familiar, 10 alunos consideram relevante e 3 alunos consideram irrelevante houve uma diminuição significativa quanto essa variável. No que concerne aos professores os 8 consideram muito importante tratar dessa temática no ambiente familiar.

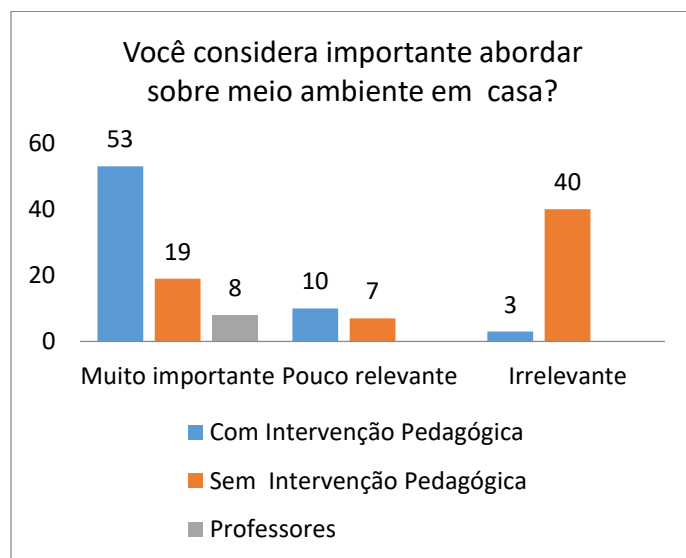


Figura 21: Relevância da abordagem sobre o Meio Ambiente em casa.  
Fonte: Autores, (2017).

O gráfico da figura 22 mostra a verificação de arborização sem intervenção pedagógica podemos verificar que 16 alunos responderam de sim plantaram uma árvore, e 50 alunos responderam que não plantaram uma árvore.

Dentre os oitos professores 7 responderam que já plantaram uma arvore e 1 respondeu que não plantou uma árvore.

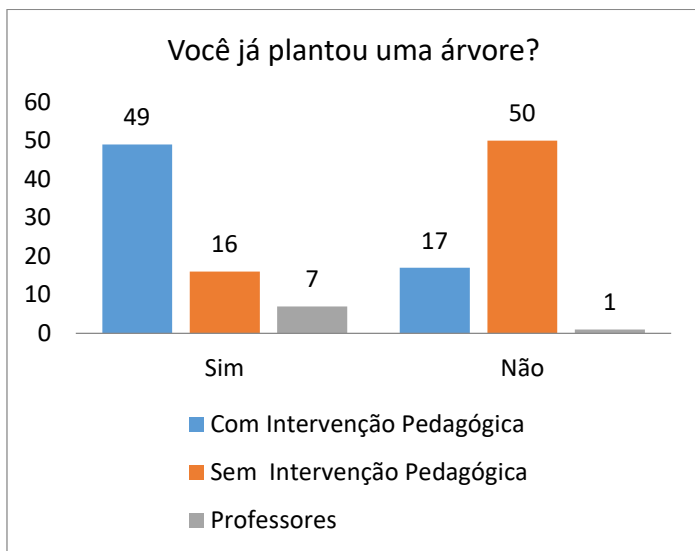


Figura 22: Verificação de Arborização.  
Fonte: Autores, (2017).

O gráfico da figura 23 mostra como é feita a limpeza do quintal ou da calçada no ambiente residencial sem intervenção pedagógica observa-se que 23 alunos queimam o lixo, 20 alunos ensacam o lixo, 13 alunos jogando o lixo na rua e 10 alunos colocando no tambor. Com intervenção pedagógica 8 alunos responderam que queimam o lixo, 48 alunos ensacam o lixo, 3 alunos jogam o lixo na rua e 7 colocam no tambor. Quanto aos professores os 8 ensacam o lixo.

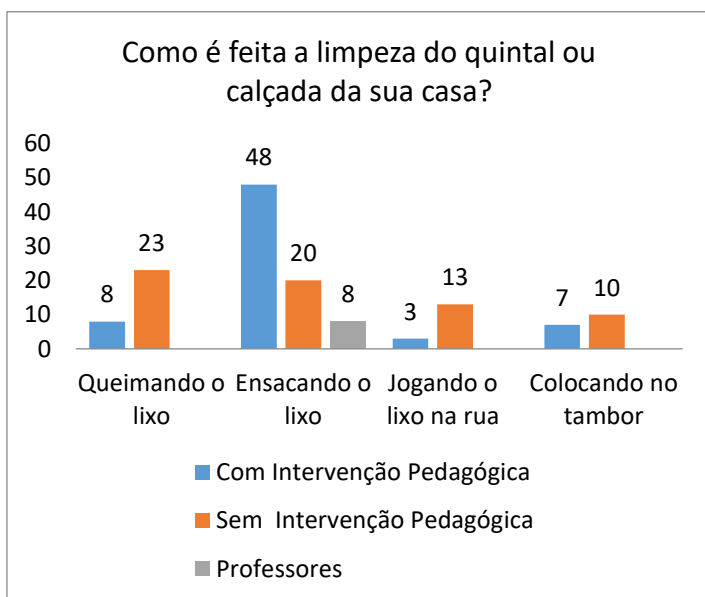


Figura 23: Tipo de realização de limpeza do quintal e da calçada de sua residência.  
Fonte: Autores, (2017).

Em uma das variáveis subjetivas foram solicitadas que escrevessem três coisas que fariam para melhorar o meio ambiente, dentre as quais podemos destacar as 13 melhores respostas.

- ✓ "Não jogar o lixo no rio";
- ✓ "Não queimar mais o lixo de casa ou as folhas";
- ✓ "Ter cuidado para com o meio ambiente, usando produtos que não agride o meio ambiente";
- ✓ "Sensibilização para a educação familiar para o cuidado com o meio ambiente; "Uso de produtos recicláveis";
- ✓ " Procurar trabalhar a conscientização para coleta seletiva, pois existem poucos pontos coleta seletiva";
- ✓ " Separaria o lixo corretamente";

- ✓ " Reeducaria o povo para educação ambiental";
- ✓ "Preservar das nascentes não retirando as matas ciliares";
- ✓ " Plantar mais árvores";
- ✓ " Enfatizar a importância do meio ambiente";
- ✓ " Reaproveitamento de água por meio de captação, evitando o desperdício de água tratada"; e
- ✓ "Realizar o descarte correto de pilhas e baterias".

Pode-se perceber que houve um aumento significativo de conscientização com a temática em questão por meio das práticas pedagógicas aplicadas aos alunos. Desta forma a educação constitui uma arena, um espaço social que abriga uma diversidade de práticas de formação de sujeitos [4].

## V. CONCLUSÃO

A educação ambiental apresenta-se como um instrumento muito relevante para mudanças de atitudes. A partir desse contexto as práticas pedagógicas, formais, desempenham a singularidade dos sujeitos quanto sua construção enquanto cidadãos capazes de participar de tomadas de decisões, reconhecer os problemas socioambientais atuais para os quais busca-se soluções individuais ou coletivas para o desenvolvimento humano na construção da cidadania por meio de uma sensível percepção dos ambientes na qual os sujeitos estão inseridos.

Buscou-se Inferir sobre as percepções da educação ambiental como experiência integradora por meio das práticas pedagógicas. Buscando uma reflexão perceptiva sobre a relevância da educação ambiental como experiência integradora por meio de suas práticas pedagógicas. Despertando a sensibilização, conscientização e conservação para o cuidado com o meio ambiente. A educação escolar é uma educação sistemática (formal) e intencional (não-formal) no processo de interação com a realidade, cuja sua finalidade é de colaborar na formação do educando na sua totalidade, referir-se a sua consciência, ao seu caráter e o exercício para cidadania. A prática pedagógica Ambiental, torna-se cada vez mais relevante no âmbito escolar e comunidade, para um despertar crítico e consciente de modo formal visando a relevância da educação ambiental na preparação do aluno para a construção de um discurso crítico dos fatos que ocorrem em seu cotidiano, e apropriando-se desta prática pedagógica como uma ferramenta de ensino libertadora na formação de sujeitos com pensamento crítico e reflexivo.

Concernentemente formar alunos que se desenvolvam nas diferentes habilidades e competências necessárias para que possam se inserir no meio e ser parte integral ao convívio social. Nesse contexto a educação ambiental apresenta-se como instrumento de emancipação e não como instrumento de alienação.

Nessa perspectiva, afirma-se a relevância dos atores com a educação ambiental por meio de práticas pedagógicas para a conscientização, sensibilização e conservação. De modo que é na escola que se oportuniza aos alunos uma formação integral e de qualidade, para o desenvolvimento da transformação social e ambiental na busca de valores que conduzam a uma convivência harmônica com o meio ambiente.

Quanto aos Resultados obtidos com a pesquisa sugere-se adesão no calendário pedagógico escolar para sua efetivação utilizando-se das práticas pedagógicas de ensino voltadas a Educação Ambiental que contemple principalmente alunos e comunidade, para um despertar crítico e consciente de modo formal visando a relevância da educação ambiental para transformação social

Que seja realizado a I Mostra das Práticas Pedagógicas da Escola Padre João D'Vries voltadas a Educação Ambiental com intuito de apresentar os novos projetos despertados a partir dessa pesquisa.

## VI. AGRADECIMENTOS

Ao PPGCMA/ICEN da Universidade Federal do Pará (UFPA), ao Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia (ITEGAM) e a Escola Municipal Padre João D'Vries.

## VII. REFERÊNCIAS

- [1] B. G. Adams, "A importância da Lei 9.795/99 e das diretrizes curriculares nacionais da Educação Ambiental para docentes," Monografias Ambientais, vol. 10, pp. 2148-2157, 2013.
- [2] P. d. R.-C. Civil, "Política Nacional de Educação Ambiental-Lei 9795/99," 1999.
- [3] C. Marcatto, "Educação ambiental: conceitos e princípios," Belo Horizonte: FEAM, vol. 1, 2002.
- [4] J. S. Quintas, "Educação no processo de gestão ambiental: uma proposta de educação ambiental transformadora e emancipatória," Identidades da educação ambiental brasileira. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, pp. 113-140, 2004.
- [5] P. Jacobi, "Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade," Cadernos de pesquisa, vol. 118, pp. 189-205, 2003.
- [6] P. R. Jacobi, "Educação ambiental: o desafio da construção de um pensamento crítico, complexo e reflexivo," Educação e pesquisa, vol. 31, 2005.
- [7] P. C. N. para o Ensino, "Médio," Brasília (DF), 1998.
- [8] S. Czapski, A implantação da educação ambiental no Brasil: Coordenação de Educação Ambiental, Ministério da Educação e do Desporto, 1998.
- [9] E. Morin, O pensar complexo: Edgar Morin e a crise da modernidade: Editora Garamond, 1999.
- [10] E. Morin, "Os desafios da complexidade," Morin E, organizador. A religião dos saberes. O desafio do século XXI. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, pp. 559-67, 2001.
- [11] E. Morin, "A necessidade de um pensamento complexo," Representação e complexidade. Rio de Janeiro: Garamond, pp. 69-77, 2003.
- [12] G. Foladori, "Ecologia, capital e cultura: racionalidade ambiental, democracia participativa e desenvolvimento sustentável," Ambiente & Sociedade, pp. 169-173, 2000.
- [13] E. Leff, "Ecologia, capital e cultura: racionalidade ambiental, democracia participativa e desenvolvimento sustentável." FURB, São Paulo Blumenau, Brasil," Coleç. Soc. Ambiente, vol. 5, 2000.
- [14] R. S. Fernandes, V. J. d. Souza, V. B. Pelissari, and S. T. Fernandes, "Uso da percepção ambiental como instrumento de gestão em aplicações ligadas às áreas educacional, social e ambiental," Encontro Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade, vol. 2, pp. 1-15, 2004.
- [15] A. A. Gonçalves, M. E. O. Lima, and M. R. Marques, "A percepção e educação ambiental com alunos do ensino fundamental," ed: Centro Universitário de Belo Horizonte, Departamento de Ciências Biológicas Belo Horizonte, MG, 2009.
- [16] G. dos Santos Rodrigues, C. A. Nahum, D. d. S. B. Brasil, T. R. Felipe, V. dos Santos Rodrigues, and P. F. R. Ramkeerat, "Environmental Education: Pedagogical Practices of Awareness in Combating and Reducing Burned Indices," 2016.
- [17] L. A. S. BARBOSA, "Educação Ambiental e Linguagem: o uso do livro paradidático interativo como proposta pedagógica para despertar a sensibilização ambiental," 2014.
- [18] G. C. Melazo, "Percepção ambiental e educação ambiental: uma reflexão sobre as relações interpessoais e ambientais no espaço urbano," Olhares & Trilhas, 2005.
- [19] C. A. Machado, "Desmatamentos e queimadas na região norte do estado do tocantins," Caminhos de Geografia, vol. 13, 2012.
- [20] H. C. Callai, "O meio ambiente no ensino fundamental," Terra Livre, pp. 09-19, 2015.
- [21] J. R. Torres, "Educação ambiental crítico-transformadora e abordagem temática freireana," 2010.
- [22] M. Reigota, O que é educação ambiental: Brasiliense, 2017.
- [23] Z. Jófili, "Piaget, Vygotsky, Freire e a construção do conhecimento na escola," Educação: teorias e práticas, vol. 2, pp. 191-208, 2002.
- [24] A. Gaspar, "A educação formal e a educação informal em ciências," Massarani (Luisa), Moreira (Ildeu de Castro), Brito (Fátima). Ciência e público. Local: Editora UFRJ, pp. 171-183, 2002.
- [25] R. d. A. Neves and M. F. Damiani, "Vygotsky e as teorias da aprendizagem," 2006.
- [26] J. La Rosa, Psicologia e educação: o significado do aprender: Edipucrs, 2001.
- [27] A. M. B. Baeta, A. Soffiati, C. F. B. Loureiro, G. F. d. C. Lima, L. A. Passos, M. Sorretino, et al., Educação ambiental: repensando o espaço da cidadania: Cortez, 2002.

[28] Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, 2017. -  
**Índice de Inflamabilidade de Nesterov** -  
<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=aplicacoes/indiceInflamabilidade> - Acesso em 01/06/2017



## Analysis of discard process and recycle of glass on a drink distributor at Manaus, Amazonas

Fabiane Amaral de Albuquerque Silva<sup>1</sup>, Marcelo Oliveira Lima<sup>1</sup>, Claudio Nahum Alves<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciência e Meio Ambiente do Instituto de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Federal do Pará (PPGCMA/ICEN/UFPA), Bairro Guamá. CEP: 66075-110. Caixa Postal 479. PABX +55 91 3201 7000. Belém – Pará – Brasil.

Email: [fabiane-albuquerque@bol.com.br](mailto:fabiane-albuquerque@bol.com.br)

**Received:** September 11<sup>th</sup>, 2017.

**Accepted:** September 25<sup>th</sup>, 2017.

**Published:** September 30<sup>th</sup>, 2017.

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

Public politics around the world are in development by different organizations, such as United Nations (UN), to preserve the environment and help people to be aware about recycling process. Instead, a common problem is the improper discard of many dejects that are set free into the environment, causing many problems of public health, beyond acting as a reservoir for many other social and environmental complications. Nowadays many governmental measures have been used to provide more knowledge about the consequences of glass improper discard, once this is the major material on drink commerce, also for being too fragile and hard to control the inadequate discard. With it, this study aims evaluate the firms located at the Industrial District which composed the Study to Development of an Integrated Solution Related to Industry Waste Management at Industrial Pole of Manaus. Still, we also evaluated the discard of a drink distributor of Manaus city looking for a better knowledge to future and higher studies. We selected randomly a small port distributor, which we saw that the glass´ major destiny is to recycle, using a tertiary firm to complete this process. Yet, we found out that the period of daily work is around 10h to the employees, which receive trainings every two months by the own firm. So, we concluded that the firm acts with major concern about environmental pollution, looking for avoiding it.

**Keywords:** Environment; glass; awareness.

### Análise do processo de descarte e reciclagem de vidro em uma distribuidora de bebidas da cidade de Manaus, estado do Amazonas

#### RESUMO

Políticas públicas ao redor do mundo vêm sendo desenvolvidas por organizações, principalmente pela Organização das Nações Unidas (ONU), para preservar o meio ambiente e conscientizar as pessoas sob a importância da reciclagem. No entanto, um problema recorrente é o descarte indevido de vários dejetos que são liberados no meio ambiente erroneamente, causando assim, vários problemas de saúde pública, além de servirem de reservatório para vários outras complicações sociais e ambientais. Atualmente várias medidas governamentais vêm sendo utilizadas para proporcionar mais conhecimento acerca das consequências do descarte indevido de vidro, uma vez que este material é um dos principais no comércio de bebidas, além de ser quebradiço e difícil de controlar o descarte devido. Com isso, esse projeto propõe avaliar o as empresas do Distrito Industrial que compuseram o Estudo para o Desenvolvimento de uma Solução Integrada Relativa à Gestão de Resíduos Industriais no Pólo Industrial de Manaus. Ainda, também foi avaliado o descarte de uma distribuidora de bebidas da cidade de Manaus visando ter um conhecimento para estudos futuros de maior espectro. Foi selecionada de modo aleatório uma distribuidora de Manaus de pequeno porte, onde foi visto que o destino do vidro que é descartado é a reciclagem, sendo contatada uma empresa terciária para realizar a reciclagem. Ainda, foi visto que o período de trabalho é de 10 horas por dia para os funcionários, recebendo estes, treinamento a cada dois meses fornecido pela própria empresa. Então, foi observado que a empresa atua nos padrões, com intensa preocupação na contaminação ambiental, procurando evita-la.

**Palavras-chave:** Meio ambiente; vidro; conscientização.

## I. INTRODUÇÃO

A produção de materiais pela indústria é um importante marco para a economia do local. O setor industriário compõe grande parte da sociedade, seja através de meios sociológicos com a disponibilidade de emprego, como a alta produtividade de materiais e serviços que atendem tanto a nível estadual, como nacional e internacional em alguns casos.

Dessa forma, os materiais produzidos e distribuídos por empresas de bebidas vêm obtendo maior distribuição geográfica devido ao mercado consumista, e como consequência, a poluição ambiental vem aumentando. Sendo este um importante problema de saúde pública e ambiental por implicar direta ou indiretamente na contaminação de espaços públicos, como afluentes e suas nascentes, atuando negativamente na flora e na fauna aos arredores destes espaços [3].

Um dos grandes problemas que a gestão ambiental vem enfrentado é justamente o descarte de resíduos no meio ambiente, que por sua vez, estão relacionados a enfermidades no homem, seja por meio de vetores, ou agentes etiológicos, conforme observado nos países com saneamento básico precário ou ausente [1] [10].

Embora políticas públicas tenham sido criadas visando a redução da taxa de poluição, os materiais mais prejudiciais ao ambiente são os resíduos sólidos produzidos pelas empresas, mas que estas não os reavêm para reciclagem devido à negligência da população quanto à saúde ambiental. Essas políticas, associada à conscientização é uma proposta com possibilidade de sucesso.

Os materiais mais preocupantes e prejudiciais, no viés ambiental, são os resíduos sólidos, sendo o plástico e o vidro os principais [8]. Mundialmente o vidro representa 7,5% de todo o resíduo doméstico que é descartado anualmente enquanto a nível nacional, existe um consumo anual de 5,57kg de vidro por habitante [4].

Estudos acerca dos impactos vítreos e a gestão empresarial das distribuidoras de bebidas da cidade de Manaus-AM sobre o meio ambiente ainda são escassos, salientando a importância do nosso trabalho, visto que o Amazonas abriga grande parte da floresta Amazônica.

## II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### II.1 MEIO AMBIENTE

Entende-se que meio ambiente é a junção do ambiente físico e seus componentes bióticos, englobando um conjunto de ecossistemas, cujos animais e outros organismos inter-relacionam entre si [9].

Por Meio Ambiente, entende-se como o espaço e o tempo entre as interações dos organismos vivos e não vivos [7]. Devido a isso, políticas públicas vêm sendo desenvolvidas, ao redor do mundo, para preservação do meio ambiente e conscientização do ser humano sob sua importância, uma vez que o meio ambiente é o habitat social e fonte de auto sustentabilidade da vida na terra [12].

### II.2 RESÍDUOS SÓLIDOS

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos [5], resíduos sólidos é todo objeto, substância, material, ou bem descartado advindo de atividades humanas em sociedade, e cujo direcionamento final ocorre nos estados

semissólido ou sólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas especificidades são impróprias para o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em afluentes, ou que para isso se faz necessário soluções técnicas ou economicamente inexecutáveis em face da melhor tecnologia disponível. Com um amplo uso social, existem várias utilidades em diferentes áreas.

### II.3 DESCARTE DE RESÍDUOS

O descarte de resíduos sólidos no Brasil, é realizado através de três fases: coleta, transporte e disposição. Porém, verifica-se uma diferença significativa quando divide-se a população em duas massas: Rural e Urbana. Foi observado que a zona rural possui uma maior desorganização do lixo, pois não há monitoramento e os indivíduos da região já se habituaram-se ao convívio com o material próximo às suas residências [10].

No estado do Amazonas, não há nenhum aterro sanitário (o mais indicado para descarte de resíduos), sendo apenas a cidade de Manaus a detentora de um aterro controlado [14].

Foi observado que os habitantes de Manaus têm consciência do significado de lixo, declarando que lixo é “aquilo que não tem mais utilidade”, enquanto 10% dos entrevistados declararam não ter conhecimento do significado de resíduo [12].

### II.4 VIDRO

Entende-se por vidro, uma substância homogênea composta 72% de sílica (SiO<sub>2</sub>), 14% de sódio (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), 9% de Cálcio (CaO), 4% de Magnésio (MgO), 0,7% de alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) e 0,3% de Potássio (K<sub>2</sub>O) sem coloração, rígido e resistente a impactos mesclado por uma rede de sílica com moléculas ligadas de modo tridimensional, formando um tetraedro silício-oxigênio [2].

A utilização do vidro é ampla, abrangendo desde grandes áreas, como janelas e muros, até o uso em objetos domésticos, como taças e copos. O vidro é também muito utilizado por parte da ciência devido a sua disposição em permitir a passagem de luz sem modificar a visualização.

### II. 5 DESCARTE DE VIDRO

Bem como é amplamente empregado com diversas utilidades, principalmente por empresas de bebidas, alimentos, medicamentos e perfumes, sua reciclagem é fundamental, uma vez que o Brasil produz aproximadamente 980 mil toneladas de vidro por ano [6].

### II. 6 RECICLAGEM NO BRASIL

No Brasil, os resíduos sólidos são considerados muito heterogêneos, pois possuem componentes orgânicos e inorgânicos, além de ampla variação utilitária, com base na população presente em cada residência.

Entende-se desta forma que uma das maiores preocupações ambientais é o correto descarte desses tipos de resíduos, levando-se em considerações primordiais o descarte do plástico, do metal, do vidro, do papel ou dos elementos orgânicos. O descarte incorreto é um problema social e ambiental que influencia nos ecossistemas aquáticos, florestais



e ambientais, tendo como maior agravante a falta de coleta de lixo, associado ao hábito pouco frequente ou quase nenhum, do brasileiro de descartar corretamente o lixo produzido no dia a dia, descartando-o em ruas, avenidas e corpos d'água, contribuindo de forma significativa para danificar o meio ambiente [12].

É comprovada que a separação incorreta, ou a ausência total de separação dos resíduos pode levar a dificuldades na reciclagem, além disso, o descarte em conjunto de materiais radioativos, como pilhas e aparelhos eletrônicos podem acabar danificando a qualidade do composto orgânico, como plástico e vidro.

## II.7 RECICLAGEM EM MANAUS

Existe uma alta produção de resíduos sólidos na cidade de Manaus, porém não há relatos na cidade sobre um local correto para descarte destes resíduos. Além da falta de aterros sanitários no Amazonas (havendo apenas um aterro controlado), junto com o alumínio e vidro sendo os principais componentes da poluição ambiental na região, faz-se importante a falta de reciclagem e descarte correto de resíduos sólidos na cidade [13].

A Zona Franca de Manaus (ZFM) é localizada no pólo industrial da cidade possuindo três polos econômicos: comercial, industrial e agropecuário. Destes, o setor industrial é o maior até hoje, abrigando cerca de 600 empresas nacionais e internacionais que geram emprego à população e renda ao Estado.

Dentro das áreas de produção, o vidro é amplamente utilizado, sendo as indústrias relacionadas à produção de utensílio e bebidas da ZFM as principais utilizadoras de produtos que possuem o vidro como matéria-prima na cidade de Manaus.

## III. MATERIAIS E MÉTODOS

Esta foi uma pesquisa de caráter observacional, descritivo e transversal, avaliando o relatório “Estudo para o Desenvolvimento de uma Solução Integrada Relativa à Gestão de Resíduos Industriais no Pólo Industrial de Manaus” sobre empresas da ZFM utilizando-o como padrão para caracterizar uma distribuidora de bebidas da cidade de Manaus.

Foi selecionada uma empresa cujo comércio de bebidas seja o principal meio de renda, dessa forma, utilizando o vidro como principal recipiente para armazenamento e transporte de bebidas. Assim, a empresa Norte Representações e Comércio de Alimentos se mostrou apta à avaliação das suas condições de descarte de vidro e outros resíduos.

Os dados utilizados para comparação foram: Tipo de reciclagem e descarte, localização da empresa, número de funcionários presença de licença ambiental, ano de abertura da empresa, área de ocupação da empresa, carga horária funcional e o treinamento dos funcionários sobre gestão de resíduos. Esses parâmetros foram selecionados conforme descritos pelo relatório da ZFM e utilizados para caracterizar a empresa Norte Representações e Comércio de Alimentos, visando eventual

comparação entre a produção e descarte vítreo de empresas da ZFM e outra empresa que não pertence à ZFM.

Os dados obtidos foram tabulados e analisados pelo programa Microsoft Excel 2010, assim como a construção de gráficos e tabelas.

## IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram encontradas 90 empresas dentro do relatório da ZFM, onde 64% realizam métodos de reciclagem, como uso do forno industrial, caldeiras, forno de cimento e reciclagem, enquanto 23% não tem retorno do lixo, sendo este levado a lixões particulares, infiltrações no solo e rede de esgoto e apenas 13% realizam o tratamento dos materiais descartados.

Os dados coletados das empresas da ZFM estão distribuídas na tabela 1, onde observa-se que grande parte das empresas da ZFM estão localizadas fora do Distrito Industrial, mas ainda dentro da cidade de Manaus tendo em média menos de 10 funcionários

É notório que 74% tem licença ambiental, mesmo com menos de 17 anos no mercado, ocupando principalmente uma área entre 1.000 e 10.000m<sup>2</sup>, com carga horária de trabalho entre 8h e 16h, havendo o treinamento dos funcionários sobre gestão ambiental.

Das empresas que compõem as 90 da ZFM, algumas não constatarem no relatório todos os parâmetros de análise.

Em relação à empresa analisada, foi observado que o vidro compõe 46% do material utilizado pela empresa, além disso, 78% dos materiais produzidos e descartados são reciclados, seguido por 18% que vão atuar como matéria-prima para materiais da prefeitura e apenas 4% é destinado ao aterro. Para reciclagem, a empresa entra em contato com terceirizados especialistas em reciclagem, evitando a contaminação ambiental. Para os 4% que vão para o aterro, trata-se de uma estimativa da empresa, já que dentro deste parâmetro estão aqueles materiais que a empresa envia (o mínimo, conforme relatado), assim como aqueles que não retornam à empresa para que esta faça o devido processo de reciclagem, sendo por isso, o aterro considerado o destino final desses produtos.

Quanto aos parâmetros de comparação, foi constatado que a empresa detém de 10 a 50 funcionários que trabalham de 8 a 16 horas por dia por ser nova no mercado, fundada em 2014, obtendo no entanto, bons resultados quanto à comercialização de bebidas em Manaus com uma área atual de 1.000m<sup>2</sup>, havendo pretensão de expansão em breve.

Não foi constatada presença de licença ambiental, entretanto, foi alegado haver treinamento dos funcionários a cada dois meses visando aprimorar o conhecimento empresarial voltado para novas opções de descarte, reciclagem e reutilização de resíduos sólidos (principalmente vidro e plástico).

A tabela 1 mostra a comparação dos resultados obtidos pelas empresas avaliadas no relatório com a Norte Representações e Comércio de Alimentos, enquanto o gráfico 1 mostra a proporção do uso do vidro, compara ao seu descarte, distribuído por semestre desde 2014 até o final de 2015.

Tabela: Comparação das 90 empresas do relatório da ZFM com a Norte Representações e Comércio de Alimentos.

| Parâmetros de avaliação             | Empresas do Relatório | Norte Representações e Comércio de Alimentos |
|-------------------------------------|-----------------------|--|
| <b>Localização</b>                  |                       |  |
| DI1                                 | 15                    | -  |
| DI2                                 | 13                    | -  |
| Fora do DI (dentro de Manaus)       | 59                    | +  |
| Fora de Manaus                      | 3                     | -  |
| <b>Número de Funcionários</b>       |                       |  |
| <10                                 | 32                    | -  |
| 10-50                               | 29                    | +  |
| 50-100                              | 7                     | -  |
| >100                                | 9                     | -  |
| Sem registro                        | 13                    | -  |
| <b>Licença Ambiental</b>            |                       |  |
| Sim                                 | 67                    | -  |
| Não                                 | 23                    | +  |
| <b>Ano de abertura da empresa</b>   |                       |  |
| Antes de 1990                       | 21                    | -  |
| 1999-2000                           | 19                    | -  |
| Após 2000                           | 46                    | +  |
| Sem registro                        | 4                     | -  |
| <b>Área Total (m2)</b>              |                       |  |
| <1.000                              | 28                    | +  |
| 1.000-10.000                        | 31                    | -  |
| 10.000                              | 24                    | -  |
| Sem registro                        | 7                     | -  |
| <b>Carga horária</b>                |                       |  |
| <8h                                 | 2                     | -  |
| 8-16h                               | 76                    | +  |
| 16-24h                              | 11                    | -  |
| Sem registro                        | 1                     | -  |
| <b>Treinamento dos funcionários</b> |                       |  |
| Sim                                 | 80                    | +  |
| Não                                 | 10                    | -  |

+: Pertence à categoria; -: Não pertence à categoria

Fonte: Autores, (2017).



Gráfico 1: Quantidade de vidro produzido e descartado no período de 2014 a 2015.

Fonte: Autores, 2017.

## V. CONCLUSÃO

Embora o método de descarte mais eficiente seja por meio de aterro sanitário [13], o estado do Amazonas possui apenas um aterro controlado, havendo outros meios de descarte de lixo, como a reciclagem, um método viável, sustentável e menos danoso ao ambiente.

Outro ponto a ser avaliado é o aumento populacional que está diretamente relacionado ao alto consumo de produtos vindos da ZFM. Consequentemente, a produção de resíduos também tende a aumentar, havendo maior poluição ambiental caso o lixo não seja devidamente descartado.

Foi observado que muitas das empresas estão localizadas dentro o perímetro da cidade, mas fora do Distrito Industrial, assim como a empresa analisada. A este fato atribui-se maior custo às empresas para transporte e descarte dos resíduos.

Quanto ao número de funcionários, alega-se que está diretamente proporcional à produção. Assim, embora o lucro aumente, estima-se que a contaminação ambiental também cresça e por isso, medidas de fiscalização se fazem necessárias em algumas empresas. Ainda, a jornada de trabalho é a mesma que as empresas da ZFM, permitindo a comparação de outro parâmetros em associação com a influência da poluição ambiental.

Voltando para a presença de licença ambiental, foi constatado no relatório que apenas as empresas que podem causar algum dano ao meio ambiente precisam de licença. A Norte Representações e Comércio de Alimentos não possui licença, mas por já ter dado início à documentação e treinar os funcionários constantemente, os índices de poluição não são altos.

Por ser nova no mercado, a produção de resíduos da Norte Representações e Comércio de Alimentos não tem muita

influência na poluição geral, principalmente por ser uma empresa de pequeno porte, com menos de 1.000m<sup>2</sup>.

## VI. AGRADECIMENTOS

Ao PPGCMA/ICEN/UFPA, ao ITEGAM e à SUFRAMA pelo apoio a pesquisa.

## VII. REFERÊNCIAS

- [1] Abbas, A. K.; Lichtman, A. H.; Pillai, S. **Imunologia Celular e Molecular**. [s.l: s.n.].
- [2] Akerman, M. **Natureza , Estrutura e Propriedades do Vidro**. CETEV, p. 1–37, 2000.
- [3] Amâncio, C. T.; Nascimento, L. F. C. **Asma e poluentes ambientais: um estudo de séries temporais**. Revista da Associação Médica Brasileira, v. 58, n. 3, p. 302–307, 2012.
- [4] Assis, O. B. G. **O uso de vidro reciclado na confecção de membranas para microfiltração**. Ceramica, v. 52, n. 321, p. 105–113, 2006.
- [5] Brasil. **Política Nacional dos Resíduos Sólidos**. 2. ed. 2012.
- [6] Cempre. **Vidro**. Disponível em: <<http://cempre.org.br/artigo-publicacao/ficha-tecnica/id/6/vidro>>. Acesso em: 4 out. 2016.
- [7] Dulley, R. D. **Noção de natureza, ambiente, meio ambiente, recursos ambientais e recursos naturais**. Agricultura em São Paulo, v. 51, n. 2, p. 15–26, 2004.

[8] Cocco, I. R. et al. **Reaproveitamento de materiais não degradáveis no reparo de coberturas: vidro , isopor e embalagens tetra pak.** XVI Seminário Interinstitucional de Ensino, Pesquisa e Extensão, p. 1–5, 2011.

[9] Grisi, B. M. **Glossário de Ecologia e Ciências Ambientais.** [s.l: s.n.].

[10] Leite, M. A. et al. Estimativa do descarte de resíduos passíveis de reciclagem na área rural de ilha solteira-sp. Brazilian Journal of Biosystems Engineering, v. 8, n. 4, p. 324–332, 2014.

[11] Oliveira, K. C.; Santos, R. M. DA S.; Viana, Á. L. **Geração de resíduos sólidos: a percepção da população em um bairro da Cidade de Manaus, Amazonas.** InterfacEHS - Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade, v. 11, n. 1, p. 42–52, 2016.

[12] Oliveira, M. C. B. R. DE. **Gestão de resíduos plásticos pós-consumo: perspectivas para a reciclagem no Brasil.** 2012. Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia - COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2012.

[13] ONU. **A ONU e o meio ambiente.** Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente/>>. Acesso em: 4 out. 2016.

[14] Pereira, R. G. et al. **Os desafios rumo à destinação sustentável dos resíduos sólidos recicláveis na comunidade Nossa Senhora de Fátima, Tarumã Mirim, Rio Negro, Manaus.** PCE - Programa Ciência na Escola, v. 3, n. 1, p. 32–36, 2015.



## The company as an active subject of environmental crime: A review

Sérgio Luiz Silva Santos<sup>1</sup>, José Heder Benatti<sup>2</sup>, Elcemira Maria de Oliveira<sup>3</sup>

<sup>1, 2,3</sup>Programa de Pós-Graduação em Ciência e Meio Ambiente (PPGMA) do Instituto de Ciências Exatas e Naturais (ICEN) da Universidade Federal do Pará (UFPA). Avenida Augusto Correa 01. Campus Guamá. Belém-PA. Brasil. CEP: 66075-110.

Email: [falcon67@uol.com.br](mailto:falcon67@uol.com.br)

**Received:** September 11<sup>th</sup>, 2017

**Accepted:** September 25<sup>th</sup>, 2017

**Published:** September 30<sup>th</sup>, 2017

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

The article aims to describe the environmental crime committed by a corporation in the environmental universe with a focus on criminality practiced through a company in the state of Amazonas, which was tried and convicted for committing an environmental crime under law number 9605/1998, Based on the law in epigraph the legal entity will practice environmental crime, such as air pollution, pollution of rivers, among other environmental crimes.

**Keywords:** Environmental Crime. Legal person. Environment.

### A empresa como sujeito ativo de crime ambiental: Uma Revisão

#### RESUMO

O artigo visará descrever o crime ambiental praticado por uma corporação, no universo do meio ambiente com fulcro na criminalidade praticada por meio de uma empresa, no estado do Amazonas a qual foi julgada e condenada por praticar crime ambiental previsto na lei número 9.605/1998, com base na lei em epígrafe, a pessoa jurídica praticará crime ambiental, tais como a poluição do ar atmosférico, poluição dos rios, dentre outros crimes ambientais.

**Palavras-chave:** Crime Ambiental, Pessoa Jurídica, Meio Ambiente

#### I. INTRODUÇÃO

O Artigo 225, § 3º, da Constituição Federal de 1998 [1], norteia diversos princípios ambientais dentre os quais: Princípio da Supremacia do Interesse Público; Princípio do Direito Humano Fundamental; Princípio do Equilíbrio; Princípio do Limite; Princípio da Responsabilidade; Princípio do Desenvolvimento Sustentável; Princípio da Educação Ambiental; Princípio da Supremacia do Interesse Público; Princípio da Indisponibilidade do Interesse Público; Princípio da Proteção Ambiental; Princípio da Prevenção ou Precaução; Princípio Poluidor Pagador; Princípio da Obrigatoriedade da Avaliação Prévia em Obras Potencialmente Danosa ao Meio Ambiente; Princípio da Publicidade; Princípio da Participação; Princípio da Informação; Princípio da Função Social Ambiental da Propriedade, [2][3]. Esse inovador artigo constitucional teve inspiração na Conferência do Ambiente Humano, Estocolmo, Suécia, 1972.

A sustentabilidade e preservação ambiental prevista na Carta Magna insculpiram no Artigo 225 § 3º as bases para a elaboração da Lei 9.605/1998 - Lei dos crimes ambientais [4] deixando claro a possibilidade da pessoa jurídica cometer e ser

apenada pela prática de crimes ambientais. Claro está que a finalidade maior da Constituição Federal é trazer efetividade e utilidade para o direito criminal ambiental bem como para o direito penal ambiental estabelecendo sanções penais concretas [5].

A Lei nº 9.605 de 13 de fevereiro de 1988 instrumentalizou e regulamentou o preceito constitucional da criminalização da pessoa jurídica, prevendo no artigo 3º e parágrafo único, a responsabilização criminal do ente coletivo, havendo a possibilidade da aplicação do concurso de pessoas aos coautores e partícipes, que juntamente com uma empresa praticar crime ambiental. Há também na lei criminal ambiental a possibilidade da desconsideração da personalidade jurídica, que é um instituto eminentemente cível, previsto no artigo 4º, da lei em epígrafe. Na reparação do dano ambiental pode o juiz decretar a desconsideração da personalidade jurídica alcançando os bens dos sócios, das pessoas físicas sempre que a personalidade jurídica causar dificuldade à reparação do dano.

## II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nos dias atuais defende-se a ideia de desenvolvimento sustentável. É necessária a definição do que seja desenvolvimento sustentável, a terminologia foi criada na Conferência Mundial do Meio Ambiente, realizada em 1972 em Estocolmo – capital da Suécia, significa um desenvolvimento que responde às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de responder às suas próprias necessidades.

A utilização dos princípios do desenvolvimento sustentável na utilização dos recursos naturais, como uma forma de balancear a necessidade do ser humano de um desenvolvimento sustentável com a exploração do meio ambiente de maneira a não esgotar os recursos ambientais.

A matéria do Direito Ambiental propriamente dita consta no Capítulo VI, dentro do Título VIII, da Ordem Social. Este capítulo como bem ressalva é um dos mais importantes e modernos capítulos da Constituição Federal de 1988, [6].

O artigo 174 parágrafo 3º determina que o Estado favoreça a organização da atividade garimpeira em cooperativas, levando em conta a proteção do meio ambiente, além de promoção econômico-social dos garimpeiros, quer dizer que, se o ambiente não estiver devidamente protegido, o Estado não poderá favorecer a organização da atividade garimpeira.

No artigo 186, parágrafo 2º fica estabelecido que a propriedade rural só cumpra sua função social quando fizer a utilização adequada dos recursos naturais disponíveis e a preservação do meio ambiente.

O artigo 220, parágrafo 3º, inciso II, traz referência relevante, quando determina que compete à lei federal estabelecer meios legais que garantam às pessoas e à família, a possibilidade de se defenderem da propaganda de produtos, práticas e serviços que possam ser nocivas à saúde e ao meio ambiente.

O Direito Ambiental brasileiro toma vida autônoma com a promulgação da Constituição Federal de 1988, previsto no artigo 225, impondo ao poder público e à coletividade sua preservação para as presentes e futuras gerações, prevendo ainda medidas assecuratórias para sua efetividade, impondo de forma implícita o desenvolvimento sustentável. Art. 225. Todos têm, direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para os presentes e futuras gerações.

O parágrafo 1º, do arrolado artigo 225, da Constituição Federal de 1988 descreve as medidas e as providências que incumbem ao Poder Público para se assegurar à efetividade do direito: Parágrafo 1º- Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público: I - preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas; II- preservar a diversidade e a integridade do patrimônio genético do País e fiscalizar as entidades dedicadas à pesquisa e manipulação de material genético; III- Definir, em todas as unidades da Federação, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo a alteração e a supressão permitidas somente através de lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção; IV - exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade; V- Controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida

e o meio ambiente; VI- Promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente; VII- Proteger a fauna e a flora, vedadas, na forma da lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem a extinção de espécies ou submetam os animais à crueldade.

Além destes meios de atuação do Poder Público previsto em nossa Constituição Federal outras condutas preservacionistas poderão ser utilizadas para evitar geração de danos ao meio ambiente.

A atividade mineradora deverá ser reparada, quando houver dano ambiental, como preleciona a Constituição Federal de 1988, artigo 225, §§2º e 6º: § 2º Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei; § 6º As usinas que operem com reator nuclear deverão ter sua localização definida em lei federal, sem o que não poderão ser instaladas.

Cabe aqui ressaltar outro dispositivo constitucional, qual seja o artigo 173 parágrafo 5º, onde prevê a possibilidade de se responsabilizar as pessoas jurídicas, independentemente da responsabilidade de seus representantes ou de seus dirigentes por atos praticados.

Art. 173. Ressalvados os casos previstos nesta Constituição, a exploração direta de atividade econômica pelo Estado só será permitida quando necessária aos imperativos da segurança nacional ou a relevante interesse coletivo, conforme definidos em lei.

§ 5º A lei, sem prejuízo da responsabilidade individual dos dirigentes da pessoa jurídica, estabelecerá a responsabilidade desta, sujeitando-a às punições compatíveis com sua natureza, nos atos praticados contra a ordem econômica e financeira e contra a economia popular.

O artigo 225, parágrafo 4º, declara como “patrimônio nacional”: A Floresta Amazônica; A Mata Atlântica; A Serra do Mar; O Pantanal Mato-Grossense; A Zona Costeira.

A constituição Federal de 1988 não teve a intenção de tornar as áreas ambientais imitáveis, mas utilizadas de forma sustentável.

Este preceito de proteção difusa do meio ambiente, é mais avançado do que àquelas Constituições até então existentes, em outros países, que adotam a preservação ambiental no texto constitucional.

No artigo 31 parágrafo 3º, inciso II, traz referência relevante às terras ocupadas pelos índios imprescindíveis à preservação dos recursos ambientais necessários a seu bem estar.

Modernamente a doutrina majoritária brasileira adota o conceito analítico de crime, com a adoção da Teoria Tripartida do crime, que assim define o crime como fato típico antijurídico e culpável, aplicável também aos crimes ambientais praticados por pessoa jurídica, entende: A função do conceito analítico de crime é a de analisar todos os elementos ou características que integram o conceito de infração penal sem que com isso se queira fragmentá-lo. O crime é, certamente, um todo unitário e indivisível. Ou o agente comete o delito (fato típico, ilícito e culpável) ou o fato por ele praticado será considerado um indiferente penal. O estudo estratificado ou analítico permite-nos, com clareza, verificar a existência ou não da infração penal; daí a sua importância [7].

O crime é dividido em três partes fundamentais, conforme a teoria do crime, tendo como partes integrantes a tipicidade, antijuridicidade e culpabilidade. Tipicidade é o fato típico, previsto em lei, derivada da conduta humana ou da empresa, no tocante à criminalidade ambiental praticada por pessoa jurídica,

positiva ou negativa que resulta em infração penal. Antijuridicidade é a conduta em desacordo com o dispositivo criminal. Culpabilidade é a censura do ordenamento jurídico a um caso concreto que seja típico e também antijurídico.

A realidade dos crimes econômicos e ambientais relativos às pessoas jurídicas trouxe a discussão mundial sobre a necessidade de sua responsabilização penal [8].

Em princípio só seria possível a aplicação de penalização criminal ambiental à pessoa jurídica, caso também se imputasse pena ao seu responsável legal era o que entendia a doutrina e a jurisprudência até então, aplicando-se em consequência a Teoria da Dupla Imputação, que preconizava a imposição de pena ao ente coletivo e também ao responsável direto pelo ato causador do crime ambiental simultaneamente. A pessoa jurídica jamais poderia figurar no polo passivo de uma ação penal ambiental sozinho, a criminalização de seu representante legal causador do delito ambiental se fazia necessário, segundo o entendimento da Teoria da Dupla Imputação. Penalizava-se o ente coletivo e em concurso necessário de pessoas também o seu representante legal, à semelhança do previsto no artigo 29, §§ 1º e 2º, do Código Penal [9].

Art. 29 - Quem, de qualquer modo, concorre para o crime incide nas penas a este cominadas, na medida de sua culpabilidade. § 1º - Se a participação for de menor importância, a pena pode ser diminuída de um sexto a um terço. (Redação dada pela Lei nº 7.209, de 11.7.1984)

§ 2º - Se algum dos concorrentes quis participar de crime menos grave, ser-lhe-á aplicada a pena deste; essa pena será aumentada até metade, na hipótese de ter sido previsível o resultado mais grave.

As empresas possuem sanções específicas levando-se em consideração o seu caráter diferenciado previsão expressa dos artigos: 18, 21, 22 e 23, da Lei nº 9.605/1998, que tem como cominação: multa, restrição de direitos e prestação de serviços à comunidade. A aplicação da pena à empresa, no universo do meio ambiente se pautará na gravidade da infração e aos antecedentes do infrator é o que preceitua o artigo 6º, incisos I, II e III, da lei de reprimenda aos crimes ambientais. Fica, portanto patente o concurso de pessoas, na modalidade comissiva e omissiva subdividindo-se ainda em omissivo próprio e impróprio.

Nos delitos omissivos não há coautoria ou participação mediante omissão as contribuições individuais completam num todo unitário, devendo o resultado final ser imputado a todos os participantes [10][11]. É impossível, portanto, o concurso de pessoas em crimes omissivos.

O meio ambiente é o conjunto de condições naturais em determinada região ou globalmente, em todo o planeta, e da influência delas decorrentes que, atuando sobre os organismos vivos e os seres humanos, condicionam sua preservação, saúde e bem-estar à luz das leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas, dessa forma o crime ambiental está inserido dentro da disciplina meio ambiente, que é sinônimo da matéria direito ambiental, como bem disciplina a doutrina e a legislação nacional e estrangeira.

A palavra “ambiente” vem do Latim *ambiens*, que significa algo que o cerca ou envolve os corpos por todos os lados, ou seja, em outras palavras significa a esfera ou o círculo em que vivemos.

No conceito de meio ambiente, estão incluídos tantos os elementos vivos ou não da natureza, como também aqueles que

abarcam qualquer tipo de vida, o que inclui espaços artificiais, criados pelo homem.

“Meio Ambiente é o espaço ocupado pelos seres vivos, onde habitam e há interação recíproca, influenciando na forma de vida e na manutenção desse lugar, com todas as suas naturais características” [12].

A Lei 6.938 de 1981, Lei da política nacional do meio ambiente define com precisão o que seja meio ambiente, no artigo 3º, incisos e alíneas: Art 3º - Para os fins previstos nesta Lei, entende-se por:

I - meio ambiente, o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas;

II - degradação da qualidade ambiental, a alteração adversa das características do meio ambiente;

III - poluição, a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:

a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;

b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;

c) afetem desfavoravelmente a biota;

d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;

e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos;

IV - poluidor, a pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável, direta ou indiretamente, por atividade causadora de degradação ambiental;

V - recursos ambientais, a atmosfera, as águas interiores, superficiais e subterrâneas, os estuários, o mar territorial, o solo, o subsolo e os elementos da biosfera.

V - recursos ambientais: a atmosfera, as águas interiores, superficiais e subterrâneas, os estuários, o mar territorial, o solo, o subsolo, os elementos da biosfera, a fauna e a flora, [14].

Como bem se pode notar, a terminologia “ambiente”, é ampla e pode abrigar inúmeras realidades que se encontram no interior da legislação ambiental. Com o passar dos anos foi se entendendo que o termo citado era dotado de uma abrangência bem maior. Meio ambiente nada mais é do que a expressão do patrimônio natural e suas relações com o ser vivo [15].

A doutrina nacional, assim como os dispositivos legais usam o termo “meio ambiente”, como nota-se do artigo 225 da Carta Magna brasileira, as leis extravagantes como a da política nacional do meio ambiente, Lei nº 6.938/1981, também faz uso das palavras compostas meio ambiente. Os doutrinadores nacionais e estrangeiros utilizam-se da expressão “Direito Ambiental” daí concluir-se que os termos são sinônimos, não havendo dicotomia entre eles.

O Superior Tribunal de Justiça - STJ entendia só ser possível a criminalização da pessoa jurídica, quando também condenado fosse à pessoa física, representante legal ou contratual, entendimento preconizado no julgamento STJ - recurso em habeas corpus nº 19.734 - RO (2006/0131414-7) - relator: Ministro Gilson Dipp - Julgamento: 23 de setembro 2006 - publicação: DJ 23/10/2006; STJ - habeas corpus nº 86.259 - MG (2007/0154492-9) - relator: Ministro Napoleão Nunes Maia - julgamento: 10 de junho de 2008 - publicação: DJ 18/06/2008, 4026257; STJ - recurso especial nº 800.817 - Relator: Ministro Celso Limogi (Desebargador convocado do TJ/SP - julgado: 04 de fevereiro de 2010 - publicação: dje 22/2/2010; STJ - Recurso em habeas corpus nº 24.239 - ES

(2008/0169113-5) – relator: Ministro OG Fernandes – julgamento: 10 de junho de 2010 – publicação: dj: 01/07/2010.

No final do ano de 2011, no mês de setembro surge uma nova posição defendida pelo Ministro Dias Toffoli, do STF - Supremo Tribunal Federal, que afirmava textualmente ser possível a penalização criminal nos delitos cometidos contra o meio ambiente, pelo ente coletivo, mesmo que o seu responsável legal fosse absolvido. STF - RECURSO EXTRAORDINÁRIO – RE Nº 628582 RS – RELATOR: MINISTRO DIAS TOFFOLI – JULGAMENTO: 22 DE FEVEREIRO DE 2011 - PUBLICAÇÃO: DJE 03/03/ 2011.

A Teoria da Dupla Imputação estaria, por conseguinte superada, para fazer valer os ditames Constitucionais previstos o artigo 225, § 3º e artigo 3º, parágrafo único da Lei nº 9.605/1998, não fazendo nenhuma ressalva quanto à simultaneidade do ente coletivo e seu representante legal para serem penalizados criminalmente terem que compulsoriamente participar de concurso de pessoas, quando da praticar de crimes contra o meio ambiente.

Com a nova decisão do Ministro Dias Toffoli, do Supremo Tribunal Federal - STF, a Teoria que mais se aproximaria no tocante a criminalização do ente coletivo seria a Teoria do Domínio do Fato, pois a pessoa jurídica tem personalidade distinta da do seu representante legal, atuando com domínio final de suas ações, podendo no caso concreto a pessoa jurídica para ser penalizada criminalmente por delitos cometidos contra o meio ambiente independente da condenação de seu representante legal. Justifica-se pela oportunidade dos momentos objetivos e subjetivos se cingirem, portanto o novo entendimento em casos concretos não deixa dúvida quanto à aplicabilidade e a adoção da Teoria do Domínio do Fato aos delitos cometidos por pessoa jurídica contra o meio ambiente. Resolveria, por conseguinte o problema do concurso de pessoas, mas especificamente no tocante a coautoria nos crimes cometidos contra o meio ambiente, mas abre outra questão, pois a Teoria do Domínio do Fato é incompatível com o instituto dos crimes omissivos, afastada, portanto estaria sua aplicabilidade nesse quesito, no tocante à omissão, pois não há como coadunar institutos diametralmente inconciliáveis.

A constituição Federal não confere só ao cidadão individualmente, bem jurídico, de natureza ambiental e direito subjetivo público, mas também é um direito difuso, coletivo e individual homogêneo quando se refere ao meio ambiente, bem coletivo que deve ser ecologicamente equilibrado.

O ente coletivo à luz do Direito Internacional Público como sujeito ativo da penalização criminal ambiental, existe uma pluralidade reduzida de estados membros da Organização das Nações Unidas - ONU, que adotam a criminalização da pessoa jurídica como sujeito ativo de crime ambiental, dentre os quais estão países desenvolvidos do continente Europeu, América do Norte, América Latina e Ásia, os principais são: Alemanha, França, Holanda, Inglaterra, Dinamarca, Escócia, Espanha, Portugal, Estados Unidos, Canadá, França, Áustria, Noruega, Venezuela, Cuba e Japão.

### III. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente artigo embasou-se no método de abordagem Hipotético-Dedutivo, quanto à abordagem por trazer um entrelaçamento, uma união entre os métodos indutivos e o dedutivo, pois traz uma racionalização do método dedutivo e a experimentação do método indutivo. O método indutivo é o que representa a generalização, inicia-se

do particular para uma questão mais ampla, em termos de fatos concretos, enquanto o método dedutivo opõe-se ao indutivo, pois parte de uma premissa geral para uma particularização. No tocante à natureza foi utilizado o método qualitativo. Quanto ao objetivo a metodologia utilizada foi a exploratória, por permitir uma sondagem familiar. No que diz respeito à análise teórica, o método empregado foi a análise teórica empírica. A metodologia de procedimento utilizado foi o bibliográfico, como principal, com análise teórico-empírica, interpretativa de dados primários em torno do tema, e também com apoio complementar em material disponível na rede mundial de computadores, por sugerir ao pesquisador captar as perspectivas e interpretações diretamente da fonte utilizando-se de bibliografia especializada no tocante ao objeto para a elaboração do artigo, sendo, portanto a predominante, enquanto as demais: legislação, Jurisprudência e doutrina foram complementares.

### IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O tema referente à responsabilização penal de uma empresa, pessoa jurídica veio inovar o nosso arcabouço jurídico penal, que encontra suporte na doutrina e na jurisprudência pátria sob vários aspectos.

Entretanto, somente em 1998 veio a lume a Lei nº 9.605 que estabeleceu as sanções penais e administrativas, regulamentando a Constituição federal de 1988.

A partir de então, com os poderes atribuídos ao Ministério Público, pela própria Constituição Federal e depois, pela Constituição Federal e depois pelo Código de Defesa do Consumidor, somado-se à atividade dos órgãos ambientais, começa a haver a efetividade desta lei, passando especialmente as empresas a correr sérios riscos ao não observarem as regras ambientais, podendo sofrer severas e pesadas penas, tanto administrativas, civis e penais, que vão desde a interrupção das atividades, suspensão de direitos, tais como, não participar de licitações, não recebimento de incentivos fiscais e ou financiamentos oficiais, ou ainda, trabalhos comunitários, à prisão de todos que colaboraram para o delito, dirigentes ou não, além de multa, independentemente do dever de reparar os danos. Foi o que aconteceu com a empresa A. Gurgel do Carmo e Cia Ltda, que foi condenada pela prática de crimes ambientais, previsto na Lei 9.605 de 1988, além de sofrer sanções, cíveis e administrativas, inclusive sua condenação foi confirmada em segunda instância, ou seja, sua condenação foi confirmada pelo Tribunal de Justiça do Estado do Amazonas, com isso ocorreu o trânsito em julgado, que ocorre quando as partes, no caso o Ministério Público, que é o dono da ação penal e a empresa, não tem mais possibilidade de recorrer, por ter ocorrido o exaurimento dos recursos ou pelo decurso de tempo.

### V. CONCLUSÃO

Do exposto conclui-se que a pessoa jurídica comete e poderá ser apenada pela prática de crimes contra o meio ambiente. Existem nove teorias que tentam explicitam a existência da personalidade jurídica como sujeito ativo de crimes contra o meio ambiente, embora existam algumas que não admitem tal possibilidade, mas se debruçam sobre o tema expondo seus pontos de vistas. A principal e mais adotada é a Teoria da Ficção Jurídica de Savigny, referida Teoria embora muito utilizada, principalmente no Direito Penal, nega que o ente coletivo possa cometer crime e ser apenada: “Os entes coletivos ou pessoas jurídicas são criações artificiais do



Direito, por uma ficção legal; isto é: o Direito trata as pessoas jurídicas (entes fictícios) como se fossem pessoas reais, atribuindo-lhes direitos e obrigações, por razões de ordem prática...” [15].

A Teoria da Realidade Ambientais é a que mais se aproxima da realidade dos crimes cometidos por pessoa jurídica contra o meio ambiente, afirmando que: As pessoas jurídicas não são meras abstrações ou ficções legais, mas entes reais, com capacidade e vontade próprias (com capacidade de ação) e, portanto, podem cometer crimes, (pois são realidades independentes das pessoas físicas que as compõem) e sofrer penas, [20].

O ente coletivo poderia responder criminalmente e integralmente por diversos outros crimes previstos no Código Penal, Legislações Penais e Processuais Penais Extravagentes, o rol atual é taxativo e restritivo, apenas crimes cometidos contra o meio ambiente, contra o consumidor e contra a ordem financeira e a economia popular poderão ser objeto de criminalização do ente coletivo, como é o caso dos delitos contra o meio ambiente. As sociedades empresárias cometem cada vez mais crimes de corrupção, tanto ativa quanto na modalidade passiva, sem contar os inúmeros crimes eleitorais, que são cometidos nas campanhas eleitorais, pelas pessoas jurídicas, portanto, facilmente poderiam ser objeto de criminalização.

A empresa A. Gurgel do Carmo e Cia Ltda foi condenada por ter cometido crime contra o meio ambiente, consistindo no desflorestamento e aterro de uma área de buritizal, que é considerada área de preservação permanente, no caso em tela a o magistrado entendeu que o responsável pelo empreendimento também havia cometido crime ambiental, condenando-os em concurso material, a luz do entendimento do Superior Tribunal de Justiça – STJ, que entende que condenada um ente societário, também será condenado o sócio, gerente, responsável pela empresa, adotando por conseguinte a Teoria do Domínio dos Fatos e a Teoria da Dupla Imputação, condena-se o ente coletivo e em concurso material, também o responsável pela empresa.

## VI. AGRADECIMENTOS

Ao PPGCMA do ICEN/Universidade Federal do Pará (UFPA).

## VII. REFERÊNCIAS

- [1] BRASIL. **A Constituição e o Supremo**. Disponível em: <http://www.stf.jus.br/arquivo/cms/publicacaoLegislacaoAnotada/anexo/Completo.pdf>. Acesso em: 23 março 2016.
- [2] Miranda, Robinson Nicário de. **Direito Ambiental**. 3ª ed. São Paulo: Editora Rideel, 2011.
- [3] Mukai, Toshio. **Direito Ambiental Sistematizado**. 4ª ed. São Paulo: Forense Universitária, 2004.
- [4] BRASIL. Lei número 9.605 de 12 de fevereiro de 1998. **Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências**.
- [5] Fiorillo, Celso Antônio Pacheco. **Curso de Direito Ambiental Brasileiro**. São Paulo: Saraiva, 2006;
- [6] Silva, José Afonso da. **Direito Ambiental Constitucional**. 5. ed. São Paulo: Malheiros, 2004.
- [7] Greco, Rogério. **Curso de Direito Penal – Parte Geral**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Editora Impetus.
- [8] Poggio Smanio, Giampaolo. **Caderno Jurídico. Novas Formas de Criminalidade**. São Paulo: Imprensa Oficial – SP. Escola Superior do Ministério Público de São Paulo. Ano I – nº 3 – outubro de 2001.
- [9] Brasil. Decreto-lei número 2.848 de 07 de dezembro de 1940. Código Penal.
- [10] Evangelista de Jesus, Damásio. **Teoria do Domínio do fato no Concurso de Pessoas**. ed. Saraiva, 1999.
- [11] **Revista Jurídica** Escola Superior do Ministério Público São Paulo – Ano 1 – nº 2 – julho/dezembro de 2001.
- [12] Nucci, Guilherme de Souza. **Lei Penais e Processuais Penais Comentadas v. 2**. 6ª Ed. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais.
- [14] BRASIL. Lei número 6.938 de 31 de agosto de 1981. **Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências**.
- [15] Constantino, Carlos Ernani. **Delitos Ecológicos**. 3ª ed. Franca-SP: Lemos & Cruz, 2005.
- [16] **Direito Ambiental Contemporâneo**. São Paulo: Saraiva, 2015.
- [17] Franco, Alberto Silva; Stoco, Rui. **Leis Penais Especiais e Sua Interpretação Jurisprudencial. V. 1**. 7. Ed. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2001.
- [18] Gomes; Maciel, Luiz Flávio; Silvio. Le supremo tribunal federal - STF - **medida cautelar no habeas corpus - HC 88544 SP** Disponível em <https://stf.jusbrasil.com.br/jurisprudencia/14781172/medida-cautelar-no-habeas-corpus-hc-88544-sp-stf>; Acessado em 07-06-2017.
- [19] Ricardo Lewandowski - **Julgamento: 27 de Abril de 2006** - Publicação: DJ 05/05/2006 - PP-00050 -. Acessado em 07-06-2017. Disponível em <https://stf.jusbrasil.com.br/jurisprudencia/14781172/medida-cautelar-no-habeas-corpus-hc-88544-sp-stf>; Acessado em 07-06-2017.
- [20] SUPERIOR TRIBUNAL DE JUSTIÇA - STJ - **recurso em habeas corpus nº 19.734** - RO (2006/0131414-7) relator: Ministro Gilson Dipp –Julgamento: 23 de setembro 2006 - Publicação: DJ 23/10/2006. Visitado em 07-06-2017, Disponível em <https://stj.jusbrasil.com.br/jurisprudencia/9054709/recurso-ordinario-em-habeas-corpus-rhc-19734-ro-2006-0131414-7-stj/relatorio-e-voto-14233894#>.
- [21] SUPERIOR TRIBUNAL DE JUSTIÇA - STJ – habeas corpus nº 86.259 – MG (2007/0154492-9) – relator: Ministro Napoleão Nunes Maia – Julgamento: 10 de junho de 2008 DJ 4026257 – Publicação: 18/06/2008. Visitado em 07-06-2017; **Crimes Ambientais – Comentários à Lei 9.605/1998**. São Paulo: Editora Método, 2015.