

# A Engenharia de Produção na Contemporaneidade 4

Marcos William Kaspchak Machado  
(Organizador)



2535  
878

MODEL: 428

GMB

7739  
572

**Atena**  
Editora

Ano 2018

...ical idea, but no more radical an idea than that one day each of us would have a personal computer. Remember the skeptics who once doubted that anyone would ever purchase a personal computer.

The Artificial Intelligence (AI) market is predicted to grow in 2016 to in 2021, attaining Compound Annual Growth Rate (CAGR).

barriers manufacturers face in evaluating and adopting technologies, and explores how global manufacturing companies can best capitalize on emerging technologies. The study defines exponential technologies, relative change at an rapidly accelerating, nonlinear pace facilitated by substantial progress and cost reduction in the areas of computing power, bandwidth, and data storage.

All of this, of course, flies in the face of conventional wisdom that

what's interesting is that the creator of the *Robots and the Future of Work*, which has been an *Atlantic* bestseller, and could be posted to Amazon and other online retailers and reviewed by *Forbes*. The book, *The Robots and the Future of Work*, has never before been *Forbes* bestseller. It is a potential 3D manufacturing *Forbes* bestseller.

The robotics future could be a longer path we ever thought. We're used to thinking about the *Forbes* bestseller, *The Robots and the Future of Work*, as a daily out of the box. *Forbes* is a daily out of the box. Consider some of the stories in just the past week:

the robot stand-up comedian, the robot prison guards in South Korea, and even robot sex workers. All of these stories seem to

AI is being used today to enable collaborative robots, predictive analytics, improving recruitment and retention, and other applications. For AI in manufacturing, the *Forbes* bestseller, *The Robots and the Future of Work*, is a potential 3D manufacturing *Forbes* bestseller.

Much as the computing industry has moved from a mainframe to a PC to a mobile stage, with *Forbes* bestseller, *The Robots and the Future of Work*, is a potential 3D manufacturing *Forbes* bestseller.

future robots should look like us and think like us. Certainly,

the story of the humanoid robot is a story that is easy to tell: it feeds into our notions that we are increasingly

headed to a world where man and machine co-exist, where robots play a daily active role in all of our lives. Consider some of the stories that have appeared in just the past week:

the robot stand-up comedian, the robot prison guards in South Korea, and even robot sex workers. All of these stories seem to

suggest that it is just a matter of time before robots catch up to humans in intelligence.

Marcos William Kaspchak Machado  
(Organizador)

# A Engenharia de Produção na Contemporaneidade 4

Atena Editora  
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

M149e Machado, Marcos William Kaspchak  
A engenharia de produção na contemporaneidade 4 [recurso eletrônico] / Marcos William Kaspchak Machado. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018. – (A Engenharia de Produção na Contemporaneidade; v. 4)

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.  
Modo de acesso: World Wide Web.  
Inclui bibliografia  
ISBN 978-85-7247-001-8  
DOI 10.22533/at.ed.018180912

1. Engenharia de produção. 2. Segurança do trabalho.  
3. Sustentabilidade. I. Título.

CDD 658.5

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

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

2018

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

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

## APRESENTAÇÃO

A obra “*A Engenharia de Produção na Contemporaneidade*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora. No volume IV apresenta, em seus 28 capítulos, os novos conhecimentos para a engenharia de produção nas áreas de sustentabilidade, responsabilidade social e segurança do trabalho.

As áreas temáticas de sustentabilidade, responsabilidade social e segurança do trabalho tratam de temas relevantes para otimização dos recursos organizacionais. A constante mutação neste cenário torna necessária a inovação na forma de pensar e fazer gestão, planejar e controlar as organizações, para que estas tornem-se agentes de desenvolvimento técnico-científico, econômico e social.

As organizações desenvolvem um papel de transformação no espaço onde atuam. Dessa forma, são responsáveis por garantir o equilíbrio entre o uso eficiente e seu impacto nas reservas de recursos existentes, sejam eles naturais ou humanos.

Este volume dedicado à sustentabilidade, responsabilidade social e segurança do trabalho traz artigos que tratam de temas emergentes sobre a gestão ambiental e políticas de conservação, gestão de resíduos sólidos e recursos hídricos, responsabilidade social, ética empresarial e estudos ergonômicos do ambiente de trabalho.

Aos autores dos capítulos, ficam registrados os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora, pela dedicação e empenho sem limites que tornaram realidade esta obra, que retrata os recentes avanços científicos do tema.

Por fim, espero que esta obra venha a corroborar no desenvolvimento de novos conhecimentos e inovações, e auxilie os estudantes e pesquisadores na imersão em novas reflexões acerca dos tópicos relevantes na área de engenharia de produção.

Boa leitura!

Marcos William Kaspchak Machado



## SUMÁRIO

### SUSTENTABILIDADE, RESPONSABILIDADE SOCIAL E SEGURANÇA DO TRABALHO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
GESTÃO AMBIENTAL DA CADEIA DE SUPRIMENTOS DE LÁCTEOS SOB A PERSPECTIVA DA AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA	
Felipe Ungarato Ferreira Sabine Robra Luciano Brito Rodrigues	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0181809121</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>13</b>
AUTOAVALIAÇÃO AMBIENTAL COMO ESTRATÉGIA ORGANIZACIONAL PARA IMPLANTACAO EFETIVA DE UM SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL NUMA MOAGEIRA DE TRIGO	
Ismael Santos Souza Sandra Patrícia Bezerra Rocha Alcides Anastácio de Araújo Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0181809122</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>30</b>
A GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE CARBONO EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR: DESAFIOS E OPORTUNIDADES	
Fernanda Camargo Barrile Beatriz Antoniassi Tavares	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0181809123</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>41</b>
USO DE FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA PARA SECAGEM E CONSERVAÇÃO DE GRÃOS	
Mayra Cristina Silva Santos Mayara Fernanda Silva e Santos Karine Paola Paixão dos Santos Maria Amélia Pereira Edson Antônio Gonçalves de Souza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0181809124</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>58</b>
A PRODUÇÃO DE ENERGIA EÓLICA E SEU POTENCIAL PARA DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	
Lucas Dziurza Martinez Silveira <b>DOI</b> <b>10.22533/at.ed.0181809125</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>68</b>
A GESTÃO AMBIENTAL COM FOCO NO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS: APLICAÇÃO EM UMA EMPRESA DO SETOR AUTOMOTIVO	
Eduardo Alves Pereira Luan Cesar Campos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0181809126</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>84</b>
A GESTÃO AMBIENTAL: MELHORIA DO PROCESSO PRODUTIVO NO TRATAMENTO DE	

## RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS COM RECUPERAÇÃO ENERGÉTICA

Pedro Vitor Tavares de Andrade Ramos  
Carlos Eduardo Moreira Guarido  
Gisele Dornelles Pires  
Carlos Rogério Domingos Araújo Silveira

**DOI 10.22533/at.ed.0181809127**

### **CAPÍTULO 8 ..... 98**

PROPOSTA DE APLICAÇÃO DO PLANO DE GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DO SERVIÇO DE SAÚDE (PGRSS) À LUZ DA CERTIFICAÇÃO OHSAS 18.001: UM ESTUDO DE CASO EM UM CENTRO HOSPITALAR Juan Pablo Silva Moreira

Henrique Pereira Leonel  
Janaína Aparecida Pereira

**DOI 10.22533/at.ed.0181809128**

### **CAPÍTULO 9 ..... 115**

AValiação QUANTITATIVA DOS AGENTES QUÍMICOS PRESENTES NO PROCESSO DE SOLDAGEM

Stella de Paiva Espíldora Santolaia  
Lucas Soares Pina

**DOI 10.22533/at.ed.0181809129**

### **CAPÍTULO 10 ..... 124**

O GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NA CIDADE DE ILHÉUS: um estudo de caso

Antonino Santos Batista  
Antônio Oscar Santos Góes  
Almeciano José Maia Júnior  
Maria Josefina Vervloet Fontes  
Cheila Tatiana de Almeida Santos  
Luan Moreti Alves do Nascimento

**DOI 10.22533/at.ed.01818091210**

### **CAPÍTULO 11 ..... 135**

AValiação DOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO NORTE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO QUANTO À GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Alessandra Ribeiro Silva  
Antonio Hevertton Martins Silva  
Elton Alvarenga Pessanha Junior  
Henrique Rego Monteiro da Hora  
Milton Erthal Junior

**DOI 10.22533/at.ed.01818091211**

### **CAPÍTULO 12 ..... 150**

A ECONOMIA CIRCULAR E O CENÁRIO NO BRASIL E NA EUROPA

Suzana Maia Nery  
Amanda Silveira Freire

**DOI 10.22533/at.ed.01818091212**

### **CAPÍTULO 13 ..... 164**

SUSTENTABILIDADE DO PROCESSO DE LIMPEZA DA CANA-DE-AÇÚCAR POR MEIO DA APLICAÇÃO DA MANUFATURA ENXUTA

Manoel Gonçalves Filho

Lisleandra Machado  
Reinaldo Gomes da Silva  
Silvio Roberto Ignácio Pires

**DOI 10.22533/at.ed.01818091213**

**CAPÍTULO 14 ..... 180**

APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM EDIFICAÇÃO MULTIFAMILIAR NA CIDADE DE CARAZINHO (RS)

Berenice de Oliveira Bona  
Daiane Gonçalves  
Jessica Citron Muneroli  
Jessica Zanata  
Nilson da Luz Freire

**DOI 10.22533/at.ed.01818091214**

**CAPÍTULO 15 ..... 193**

APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS: ESTUDO COMPARATIVO CONVENCIONAL X CALHA PET

Débora de Souza Gusmão  
Valdete dos Santos de Araújo

**DOI 10.22533/at.ed.01818091215**

**CAPÍTULO 16 ..... 211**

ANÁLISE DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADO COM ESTUDO DE CASO NO CAMPO DE FUTEBOL DA UFERSA CAMPUS MOSSORÓ-RN

Izaac Paulo Costa Braga  
Camila Lopes Andrade  
Kátia Priscila Fernandes Maia Medeiros  
Hálison Fernandes Bezerra Dantas  
Rafael de Azevedo Palhares

**DOI 10.22533/at.ed.01818091216**

**CAPÍTULO 17 ..... 222**

PANORAMA DA ÁGUA PRODUZIDA DA INDÚSTRIA DO PETRÓLEO NO ESTADO DE SERGIPE/BRASIL

Roberto Oliveira Macêdo Júnior  
Fabiane Santos Serpa  
Gabriel Francisco da Silva  
Denise Santos Ruzene  
Daniel Pereira da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.01818091217**

**CAPÍTULO 18 ..... 227**

A FORMAÇÃO DAS PRÁTICAS ASSOCIATIVAS E A SUA RELAÇÃO COM A POLÍTICA ESTADUAL DE AGROINDÚSTRIAS FAMILIARES DE PEQUENO PORTE DE PROCESSAMENTO ARTESANAL DO RS

Giovana Bianchini  
Onorato Jonas Fagherazzi

**DOI 10.22533/at.ed.01818091218**

**CAPÍTULO 19 ..... 239**

ECONOMIA SOCIAL: ESTUDOS DE CASO SOBRE A GESTÃO NO TERCEIRO SETOR NO MUNICÍPIO DE MARABÁ/PA

Andressa dos Santos Araújo

Giovanna Brito de Araújo  
João Otávio Araújo Afonso  
Nayara Côrtes Filgueira Loureiro

**DOI 10.22533/at.ed.01818091219**

**CAPÍTULO 20 ..... 254**

INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E SUA FUNÇÃO SOCIAL

Joelma dos Santos Lima  
Denise Santos Ruzene  
Daniel Pereira Silva

**DOI 10.22533/at.ed.01818091220**

**CAPÍTULO 21 ..... 263**

INSUCESSO EM LICITAÇÕES\_ O PONTO DE VISTA DA MORALIDADE

Flavio Pinheiro Martins  
Luciana Romano Morilas

**DOI 10.22533/at.ed.01818091221**

**CAPÍTULO 22 ..... 275**

ACESSIBILIDADE EM SAÍDAS DE EMERGÊNCIA: O CASO DE UM COMPLEXO PÚBLICO

Cristiano Lúcio Vieira

**DOI 10.22533/at.ed.01818091222**

**CAPÍTULO 23 ..... 290**

CONTRIBUIÇÕES DA ERGONOMIA PARA MINIMIZAÇÃO DE CUSTOS EM UMA MICROEMPRESA DO SETOR DE SERVIÇOS DE ALIMENTAÇÃO

Lucas Fernandes de Oliveira  
Carmen Lúcia Campos Guizze

**DOI 10.22533/at.ed.01818091223**

**CAPÍTULO 24 ..... 304**

IMPLANTAÇÃO DA AVALIAÇÃO ERGONÔMICA DOS RISCOS DE LESÕES DE TRABALHO ATRAVÉS DO CHECKLIST DE COUTO: UMA ANÁLISE NO PROCESSO DE EXPEDIÇÃO DE UM LATICÍNIO

Juan Pablo Silva Moreira  
Henrique Pereira Leonel  
Daniel Gonçalves Leão  
Brener Gonçalves Marinho  
Vitor Augusto Reis Machado  
Adriel Augusto dos Santos Silva  
Célio Adriano Lopes

**DOI 10.22533/at.ed.01818091224**

**CAPÍTULO 25 ..... 315**

ANÁLISE ERGONÔMICA DE UMA FÁBRICA DE CARROCERIA DE CAMINHÃO

Karollayne Menezes dos Reis  
Taiane Gonçalves da Silva  
Beatriz Fernandes Gonzaga  
Antônio Guimarães Santos Júnior  
Gláucia Regina de Oliveira Almeida

**DOI 10.22533/at.ed.01818091225**



<b>CAPÍTULO 26 .....</b>	<b>328</b>
ANÁLISE ERGONÔMICA DA ATIVIDADE DE PODA EM UMA FAZENDA PRODUTORA DE UVA DE MESA NO VALE DO SÃO FRANCISCO	
Ricardo Barbosa Bastos	
Angelo Antonio Macedo Leite	
Francisco Alves Pinheiro	
Bruna Angela Antonelli	
Hélio Cavalcanti Albuquerque Neto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.01818091226</b>	
<b>CAPÍTULO 27 .....</b>	<b>341</b>
AVALIAÇÃO ERGONOMICA DOS POSTOS DE TRABALHO DO SETOR ADMINISTRATIVO DE UMA AUTARQUIA PÚBLICA	
Francisca Rogéria da Silva Lima	
Moisés dos Santos Rocha	
<b>DOI 10.22533/at.ed.01818091227</b>	
<b>CAPÍTULO 28 .....</b>	<b>358</b>
AVALIAÇÃO ERGONÔMICA DE UM MOBILIÁRIO LABORAL INTELECTUAL	
Renata Maria de Mori Resende de Araujo Possi	
Luciano José Minette	
Stanley Schettino	
<b>DOI 10.22533/at.ed.01818091228</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>372</b>

## GESTÃO AMBIENTAL DA CADEIA DE SUPRIMENTOS DE LÁCTEOS SOB A PERSPECTIVA DA AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA

### Felipe Ungarato Ferreira

Faculdade Independente do Nordeste – FAINOR  
Vitória da Conquista, Bahia

### Sabine Robra

Universidade de Innsbruck  
Innsbruck, Áustria

### Luciano Brito Rodrigues

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia –  
UESB  
Itapetinga, Bahia

**RESUMO:** A indústria de laticínios representa uma atividade de grande importância na economia mundial. O Brasil é o quarto maior produtor de leite, cujo produto é a matéria prima principal para fabricação de queijo. A crescente produção de queijo no país é acompanhada por um aumento na preocupação dos impactos ambientais negativos, os quais ocorrem não apenas dentro da indústria, mas ao longo de toda cadeia de suprimentos. Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) tem sido utilizada como método para identificar os pontos críticos na cadeia de produção com vistas à sugestão de iniciativas para a mitigação desses impactos. Este trabalho utilizou a ACV na gestão ambiental da cadeia de suprimentos de produtos lácteos, tendo como referência as normas ISO 14040:2006 e 14044:2006. Os pontos críticos identificados no cenário atual (linha de base, C0) são

principalmente devido ao transporte de insumos, consumo de materiais para embalagens filme e de produtos de higienização. Foram avaliados três cenários para verificar seus efeitos na categoria de impacto Mudanças Climáticas. O cenário C1 propôs uma redução de 40% do transporte, resultando uma diminuição de 36,5% nas emissões de CO<sub>2</sub>. O cenário C2 propôs uma redução de 20% do uso de produtos de higienização, contribuindo para uma diminuição de 0,83% dos impactos na categoria de Mudança Climática. No cenário cumulativo C3 (C1+C2), foi alcançada uma redução de 37,33% de emissões de CO<sub>2</sub> para o ar. Foi possível observar que, além de identificar os impactos ambientais, a ACV pode contribuir para uma maior aproximação entre os participantes da cadeia de suprimentos, para sua gestão ambiental.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gestão Ambiental, Cadeia de Suprimentos, Avaliação do Ciclo de Vida, Indústria de Alimentos

**ABSTRACT:** The dairy industry is an important player in world economy and Brazil is the fourth milk producer. The growing cheese production in the country is followed by an increase in the concern about the impacts caused by the residues generated by the dairy products. Life Cycle Assessment (LCA) has been used as a methodology to identify critical points in the

production chain with a view to suggesting initiatives to mitigate these impacts. This work used the LCA in the environmental management of the supply chain, carried out according to ISO 14040: 2006 and 14044: 2006, using SimaPro 8.0.5.13 software. The critical points identified in the current scenario (baseline, C0) are mainly due to the transport of inputs, consumption of materials for film packaging and hygiene products. Three scenarios were evaluated to verify their effects in the Climate Change impact category. The scenario C0 was compared to scenario C1, with a reduction of 40% in transport, with a reduction of 36.5% in CO<sub>2</sub> emissions, and C2, with a reduction of 20% in the use of hygiene products, with reduction of 0, 83% for impacts in the category of Climate Change. In the cumulative scenario C3 (C1 + C2), a cumulative reduction of 37.33% of CO<sub>2</sub> emissions to air was achieved. It was possible to observe that, besides identifying the environmental impacts, the LCA is presented as an appropriate methodology as a mechanism for approaching the participants of the supply chain, for its environmental management.

**KEY WORDS:** Environmental Management, Supply Chain, Life Cycle Assessment, Food Industry

## 1 | INTRODUÇÃO

Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2015), a produção de leite representa uma atividade de grande importância na economia mundial, sendo o Brasil um dos maiores produtores de leite. Em 2013 o país alcançou a quarta produção mundial, com 34,2 bilhões de litros de leite. Atualmente existem mais de 1,1 milhões de propriedades que exploram a atividade leiteira, garantindo mão-de-obra direta na atividade de 3,6 milhões de pessoas (EMBRAPA, 2014), número superior se comparado com o setor têxtil com 1,7 milhões de empregos diretos (ABIT, 2013) e com o setor sucroenergético, que emprega 0,6 milhões de pessoas diretamente (BNDES, 2014).

Concomitantemente com a crescente da produção de leite no país, existe um aumento na preocupação, impulsionada pelo mercado consumidor, para que empresas participantes da cadeia de suprimentos láctea adotem posturas ambientais coerentes com o desenvolvimento sustentável, gerando o menor nível possível de impactos ao meio ambiente (ROHLFES *et al.*, 2011).

Segundo Fantin *et al.* (2012), os produtos lácteos possuem grande importância quando observados seus impactos no meio ambiente. De todos os produtos alimentícios manufaturados na Europa entre 2002 e 2005, os lácteos são responsáveis por cerca de 5% das emissões de gases estufa (TUKKER *et al.*, 2006). Isto mostra a necessidade de avaliar melhorias para os processos produtivos de produtos lácteos com vistas a diminuir seus impactos ambientais e ao mesmo tempo trazer benefícios operacionais as organizações.

Algumas empresas reconheceram que os impactos devido as mudanças climáticas,

por exemplo, estão presentes não apenas no ambiente industrial, mas também ao longo de todo o ciclo de vida dos seus processos e produtos. Esta compreensão é possível sob a ótica da cadeia de suprimentos, que abrange os impactos provocados pelos insumos até a chegada ao seu processo produtivo, assim como o impacto do seu produto após a saída da sua indústria (GUINÉE *et al.*, 2011).

A falta de cooperação entre os participantes da cadeia de suprimentos é um fator que interfere negativamente na integração dos processos de negócios, trazendo, com isso, efeitos ao meio ambiente. Isto deve-se ao fato das empresas não compartilharem suas necessidades para um melhor desempenho ambiental da cadeia, gerindo apenas o seu negócio. É necessário, então, utilizar dados ambientais consistentes para minimizar os impactos negativos destes processos, e envolver os membros da cadeia de suprimentos, nos esforços para a sustentabilidade ambiental (BROCKHAUS *et al.*, 2013).

Neste contexto, a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) vem ganhando destaque como método de gestão ambiental, por permitir uma visão ampliada do processo de produção, com identificação dos pontos críticos ao longo da cadeia, permitindo ainda a sugestão de iniciativas para a redução dos potenciais impactos ambientais identificados (BARBIERI *et al.*, 2009).

Este trabalho utilizou a ACV na gestão ambiental da cadeia de suprimentos do queijo prato, identificando os principais fluxos contribuintes para os impactos na categoria Mudanças Climáticas.

## 2 | CADEIA DE SUPRIMENTOS

A gestão da cadeia de suprimentos é o gerenciamento da conexão entre as empresas que se relacionam por meio de ligações à montante (fornecedores) e à jusante (clientes), incluindo os diferentes processos que produzem valor na forma de produtos e serviços para o consumidor final (SLACK *et al.*, 2009).

Como membros de arranjos como as cadeias de suprimentos, as empresas transformam-se em agentes cuja competitividade depende do seu desempenho e do desempenho de todas as demais empresas envolvidas nas etapas necessárias para o fornecimento de um determinado produto aos clientes finais (CARDOSO e FERRAZ, 2010).

Em um mercado altamente competitivo, as empresas de sucesso precisam reinventar-se continuamente. Estas, se encontram cada vez mais dentro de uma cultura global que tem como um dos principais objetivos a busca pelo desenvolvimento sustentável. Como consequência, estão se dirigindo para uma padronização de práticas de negócios e uma dependência da cooperação entre clientes, fornecedores e outros parceiros (McADAM e McCORMACK, 2001).

Côté *et al.* (2008) afirmam que os executivos estão cada vez mais atentos à



importância de gestão da cadeia de suprimentos, e essa será uma tendência, pois ela pode ser um aspecto central da vantagem competitiva de uma empresa.

Segundo Kang *et al.* (2012), o padrão comum para decidir o objetivo da Gestão da Cadeia de Suprimentos é a obtenção de lucro através de redução de custos. No entanto, existe uma tendência na demanda do cliente pela redução do custo ambiental, a qual pode resultar em um incremento de valor ao produto. Com isso, a importância da sustentabilidade tem sido destacada como um padrão de avaliação de desempenho dos negócios.

Segundo Hagelaar e Van der Vorst (2002), um dos instrumentos de apoio à Gestão Ambiental da Cadeia de Suprimentos é a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV). Os autores afirmam que a ideia de integrar a ACV às cadeias de suprimentos está ganhando mais apoio entre as instituições de pesquisa e empresas.

### 3 | AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA (ACV)

Nos últimos anos, a ideia de que métodos e técnicas de produção devem ser concebidas no conceito de sustentabilidade vem ganhando aceitação. Essa ideia se baseia numa perspectiva global de todo o efeito da atividade humana ou fabricação do produto, desde a montante até a jusante, avaliando os efeitos cumulativos sobre o meio ambiente no espaço e no tempo. Neste sentido, uma das metodologias mais aceitas internacionalmente para examinar o impacto ambiental associado a serviços ou produtos é a ACV (HOSPIDO *et al.*, 2003).

A ACV, padronizada pelas normas da ISO 14040:2006 e ISO 14044:2006, é uma importante metodologia utilizada para o auxílio na tomada de decisões das indústrias, governos e consumidores em relação às suas atividades impactantes ao ambiente.

O processo de trabalho da ACV, de acordo como determinado pela ISO 14040:2006, segue as seguintes fases: definição do objetivo e do escopo, análise do inventário, avaliação de impacto e interpretação de resultados.

Segundo a ISO 14040 (2006a), o objetivo do estudo da ACV deve declarar, sem equívoco, a aplicação pretendida, as razões para o estudo e o público-alvo, ou seja, quem irá utilizar os resultados do estudo. Já o escopo de um estudo da ACV deve ser definido de forma a assegurar que a abrangência, a profundidade e os detalhes do estudo sejam adequados para o alcance dos objetivos estabelecidos anteriormente.

A etapa da análise do inventário, envolve a coleta de dados e procedimentos de cálculo para quantificar as entradas e saídas de um sistema em estudo, ou seja, os materiais e a energia que cruzam as fronteiras de um sistema são quantificados e explorados no inventário. Esta é uma etapa crucial para o desenvolvimento da ACV, podendo sua execução ser complexa devido a uma série de fatores, como a ausência de dados conhecidos, a utilização de dados estimados e a qualidade destes ISO 14044 (2006b).

A avaliação de impactos, ou seja, a avaliação da significância dos potenciais

impactos ambientais, relaciona os dados de inventário com impactos ambientais específicos, com o intuito de torná-los mais transparentes (ISO, 2006a). Estes impactos são definidos a partir de categorias, como: exaustão de recursos não renováveis, redução da camada de ozônio, toxicidade humana, ecotoxicidade, acidificação, oxidantes fotoquímicos, entre outros. Este trabalho teve como foco o estudo na categoria Mudanças Climáticas.

A interpretação de resultados é a fase da ACV na qual os resultados obtidos através da análise do inventário e da avaliação de impacto (no caso de estudos de inventário do ciclo de vida, somente os resultados da análise de inventário), são combinados de forma consistente com o objetivo e o escopo, visando analisar estes resultados, apresentar conclusões, explicar as limitações e providenciar recomendações baseadas nas fases anteriores do estudo (ISO, 2006a).

## 4 | METODOLOGIA

Este trabalho consistiu em uma pesquisa aplicada, de abordagem qualitativa, com uma revisão de literatura e coleta de dados primários para caracterização do sistema de produto considerado. Quanto aos fins, se enquadra como pesquisa descritiva, pois observa, registra, analisa e correlaciona fatos ou fenômenos variáveis sem manipulá-los (CERVO, 2002). Para o local de estudo, um Laticínio foi definido como modelo que represente as demais indústrias deste ramo no território mencionado, devido ao seu volume de produção.

### 4.1 Avaliação do ciclo de vida

A metodologia utilizada nesta pesquisa para a ACV foi baseada nas normas ISO 14040:2006 e 14044:2006, incluindo os seguintes passos: definição do objetivo e dos limites do sistema, análise do inventário, avaliação de impactos e interpretação dos resultados.

#### 4.1.1 Definição dos objetivos e escopo do estudo

O objetivo desta ACV foi a avaliação dos impactos ambientais potenciais associados à produção do queijo prato em um laticínio de médio porte (CEPRAM, 2013). A unidade funcional foi estabelecida como 1 kg de queijo prato, cuja produção possui configurações semelhantes aos demais tipos de queijo. A abordagem do problema é do tipo berço ao portão (*cradle to gate*), contemplando a indústria de laticínios, as entradas de insumos e as saídas de produtos, emissões e coprodutos (Figura 1).

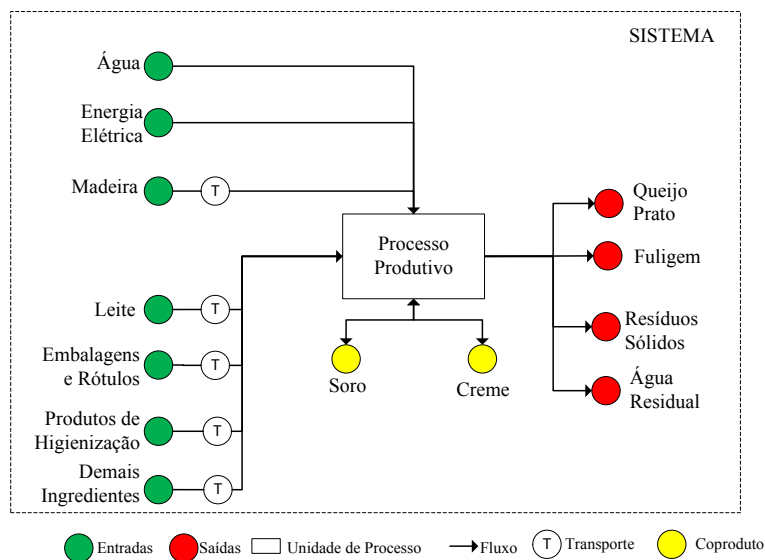


Figura 1: Sistema de produto.

Fonte: Autores (2018)

No que se refere aos requisitos da qualidade, os dados foram em sua maioria procedentes de fontes primárias, obtidos através de visitas ao laticínio estudado, cuja região geográfica é o Território de Identidade do Médio Sudoeste da Bahia. No entanto, onde houve impossibilidade de coleta, foram utilizados dados secundários provenientes de bases de dados e literatura especializada.

#### 4.1.2 Análise do inventário

Um roteiro de pesquisa elaborado para a caracterização do laticínio foi utilizado para a realização da coleta de dados primários. Este foi construído com base em todas as entradas e saídas do sistema em estudo.

A partir de visitas *in loco*, de junho a outubro de 2015, foi estruturado o fluxograma de processo para a produção do queijo prato. Para a elaboração do inventário foram considerados as médias dos dados do período de abril a setembro de 2014. Após a coleta de dados foi realizada uma alocação mássica e um balanço de massa e energia, utilizando uma planilha de cálculo. A alocação seguiu os parâmetros indicados por Doublet *et al.* (2013). Nesta etapa, os dados coletados foram relacionados à unidade funcional definida.

#### 4.1.3 Avaliação de impactos

O software SimaPro® PhD 8.0.5.13 foi utilizado para a implementação computacional do inventário com o intuito de caracterizar os resultados como indicadores numéricos. Foi utilizado o método de avaliação de impacto ReCiPe 2008, versão 1.12, considerando a categoria de impacto ambiental de ponto médio Mudança Climática (GOEDKOOP *et al.*, 2009).

#### 4.1.4 Interpretação dos resultados da acv

Os resultados obtidos por meio da análise do inventário e da avaliação de impacto, foram combinados com o objetivo e o escopo estipulado, os quais foram, analisados, com o intuito de apresentar conclusões, desvendar limitações e fazer recomendações de novos estudos.

#### 4.2 Avaliação de cenários

Através dos resultados obtidos foi verificado quais participantes da cadeia de suprimentos mais contribuíam para o potencial de Mudança Climática.

Na tentativa de redução destes impactos, foram avaliados três cenários: C1, redução do transporte em 40%; C2, redução da utilização dos produtos de higienização em 20%; C3 (C1+C2), cenário com a soma dos dois anteriores (redução do transporte em 40% + 20% de redução no consumo de produtos de higienização).

Para o cenário C1, a redução de 40% se deve à sugestão de um novo fornecedor de insumos e embalagens mais próximo à indústria de laticínio. No cenário C2, a redução do uso de produtos de higienização se deu por meio da padronização dos processos de higienização dos laticínios, sem perda na qualidade do processo. Esta etapa se orientou no trabalho realizado por Djekic *et al.* (2014).

Os cenários foram modelados e comparados utilizando o SimaPro® 8.0.5.13 para verificar as alterações nos potenciais impactos na categoria Mudança Climática, em relação ao cenário base.

### 5 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados na Figura 2, e especificados no Quadro 1, apresentam as maiores contribuições, e o fluxo para a categoria de impacto Mudança Climática para o queijo prato. A maior contribuição é referente ao transporte de insumos, seguido pelo uso de embalagem filme.

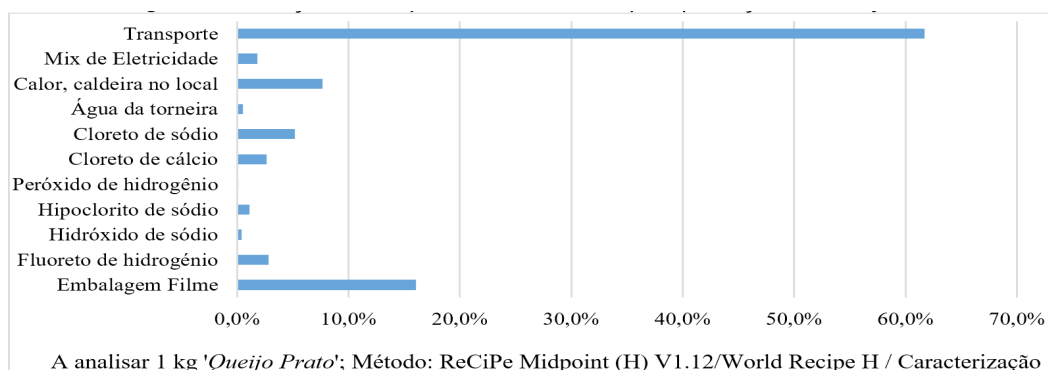


Figura 2: Avaliação dos impactos ocasionados pela produção de Queijo Prato

Fonte: Autores (2018)



O maior fluxo contribuinte para a categoria de impacto Mudança Climática é devido as emissões de CO<sub>2</sub> para o ar durante o transporte. Na produção de embalagens filme, ocorre uma emissão de 0,015 kg de CO<sub>2</sub> equivalente, sendo a segunda maior contribuição.

<b>Contribuição</b>	<b>%</b>	<b>Maior Fluxo de Contribuição</b>
Transporte	61,67	Emissão de CO <sub>2</sub> para o ar no transporte (0,144 kg CO <sub>2</sub> eq)
Produtos de Higienização (Fluoreto de Hidrogênio) (Hidróxido de Sódio) (Hipoclorito de Sódio) (Peróxido de Hidrogênio)	4,43 (2,83) (0,41) (1,10) (0,09)	Emissão de CO <sub>2</sub> para o ar na produção fluoreto de hidrogênio (0,002 kg CO <sub>2</sub> eq)
Cloreto de cálcio	2,64	Emissão de CO <sub>2</sub> para o ar na produção Cloreto de cálcio (0,007 kg CO <sub>2</sub> eq)
Cloreto de sódio	5,18	Emissão de CO <sub>2</sub> para o ar na produção Cloreto de sódio (0,086 kg CO <sub>2</sub> eq)
Calor, caldeira no local	7,66	Consumo de Diesel na fabricação das caldeiras (6,01E-6 m <sup>3</sup> de diesel)
Embalagem Filme	16,06	Emissão de CO <sub>2</sub> para o ar na produção da embalagem (0,015 kg CO <sub>2</sub> eq)

Quadro 1: Contribuições de impacto do Queijo Prato para Mudança Climática

Fonte: Autores (2018)

As emissões de CO<sub>2</sub> para o queijo produzido deste trabalho são comparadas com outros dois estudos (Tabela 1). É possível verificar que no presente estudo, os impactos resultantes para produção de 1 kg de queijo são semelhantes aos obtidos por Djekic *et al.* (2014) e Doublet *et al.* (2013). Os resultados obtidos mostram que as emissões de CO<sub>2</sub> eq/kg de queijo estão dentro dos intervalos publicados por Djekic *et al.* (2014), para sete laticínios na Sérvia, e Doublet *et al.* (2013), na Romênia. Dentre as possíveis razões para as diferenças encontradas, pode-se citar os tipos de processos produtivos e, principalmente, a origem dos insumos utilizados, como o leite e a eletricidade.

<b>Autor</b>	<b>Emissão de CO<sub>2</sub> (kg CO<sub>2</sub> eq)</b>
Djekic <i>et al.</i> (2014)	6,73 - 9,47
Doublet <i>et al.</i> (2013)	3,24 - 7,76
Este estudo	4,07

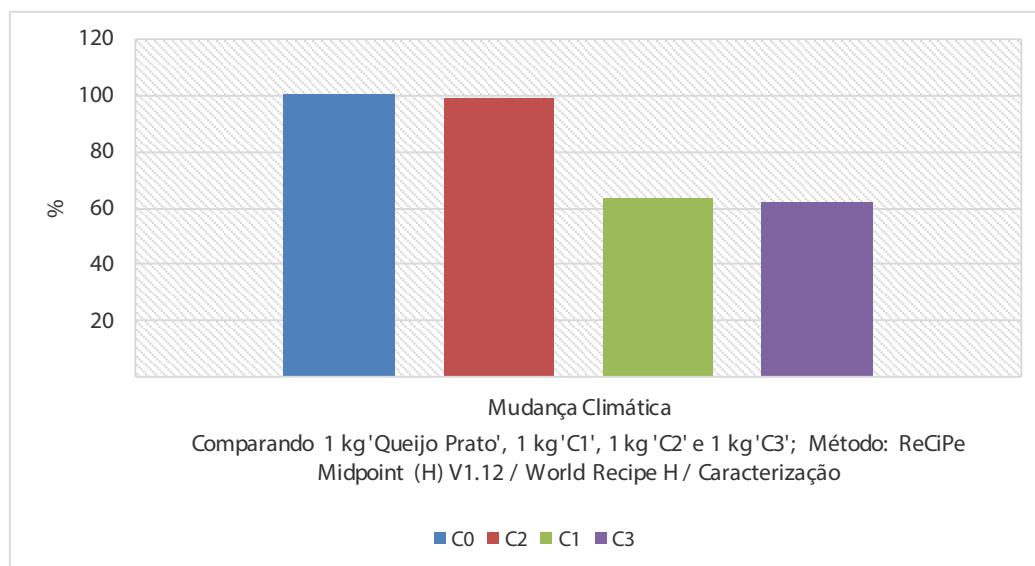
Tabela 1: Impactos ambientais associados à produção de 1 kg de queijo prato

Fonte: Autores (2018)

Assim, com base na avaliação dos impactos, foi identificado que os pontos críticos no cenário atual (C0) são principalmente devido ao uso de transporte, consumo de produtos de higienização e de embalagens filme. Devido à falta de integração da cadeia

de suprimentos, nesta pesquisa, foi possível avaliar apenas cenários com redução do transporte e uso de produtos de higienização.

O cenário C0 foi comparado com o cenário C1, com redução de 40% do transporte (identificando-se fornecedores mais próximos), com mitigação de 36,5% para a categoria Mudança Climática (Figura 4).



\s

Figura 4: Avaliação dos impactos ocasionados pela produção do queijo prato.

Fonte: Autor (2016)

No cenário C2, com redução de 20% do uso de produtos de higienização, houve redução de 0,83% nas emissões de CO<sub>2</sub>. No cenário acumulado C3 (C1+C2), foi alcançada uma redução do impacto analisado em relação ao cenário de referência, com diminuição de 37,33% nas emissões de CO<sub>2</sub>.

## 6 | CONCLUSÕES

A Avaliação do Ciclo de vida foi utilizada para a identificação dos principais fluxos contribuintes para os impactos ambientais na categoria Mudança Climática na produção do queijo prato.

As contribuições do queijo prato referentes aos impactos são principalmente devido ao transporte de insumos para o laticínio. As mudanças climáticas estão diretamente ligadas a utilização destes recursos. Outros fatores que contribuem para os impactos, são o uso de produtos de higienização utilizados, além do uso de embalagens filme.

Esta pesquisa possui algumas limitações, como a qualidade dos resultados e cálculos, os quais estão diretamente ligados aos dados obtidos a partir da análise de documentos e informações fornecidas pela empresa. Devido às grandes diferenças tecnológicas dentro dos laticínios, bem como características específicas de matéria-prima utilizada em cada região, são necessários mais estudos como forma de identificar

as tecnologias que geram um menor impacto ao meio ambiente.

Foi possível observar ao longo da pesquisa, que a cadeia de suprimentos e a ACV possuem algumas semelhanças em suas estruturas, como por exemplo, a abordagem do ciclo de vida. Até a fase do inventário, as abordagens no estudo dos processos se tornam parecidas. A partir da próxima etapa é que a ACV converge seus esforços para um estudo focado aos impactos ambientais.

O trabalho mostrou a necessidade de integração dos elementos da cadeia de suprimentos, de modo que o impacto ambiental referente ao produto fosse o menor possível. Através da ACV foi possível identificar quais elos da cadeia necessitam de uma maior atenção, em função dos impactos a eles associados. Isto se alinha como uma metodologia para a integração da cadeia, pois permite um avanço em sua estrutura de cooperação.

Os resultados obtidos nesse trabalho podem ser utilizados como mecanismos de aproximação e discussão entre os participantes da cadeia de suprimentos láctea, visto que foi possível observar a quantidade de emissões geradas nesta cadeia, e sua possibilidade de redução. Foi verificado uma possibilidade de redução de 37,33% nas emissões de CO<sub>2</sub> para o ar, que impactam na categoria Mudança Climática, na qual existe uma grande preocupação da população para a redução dos seus efeitos.

Para próximos trabalhos, sugere-se a utilização da ACV para a avaliação de outras categorias de impacto relevantes ao produto avaliado, bem como a proposição de cenários não somente à montante, mas também na jusante da cadeia láctea.

A Engenharia de Produção muito pode se beneficiar da Avaliação do Ciclo de Vida como método de Gestão Ambiental, uma vez que seus resultados podem ajudar os tomadores de decisão quanto as boas práticas para o melhor desenvolvimento de produtos, tendo como base suas interações com o meio ambiente a partir de iniciativas que visem a redução de impactos ambientais, sem o comprometimento da qualidade, ao longo de todo o ciclo de vida.

## REFERÊNCIAS

ABIT – Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção. **Cenários, Desafios, Perspectivas e Demandas**. Brasília, 2013.

BARBIERI, J.C.; CAJAZEIRA, J.E.R.; BRANCHINI, O. **Supply chain and product life cycle assessment: theoretical review and example of application**. O Pap., 70:52–72, 2009.

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. **Perspectivas do investimento 2015-2018 e panoramas setoriais**. Biblioteca Digital, 2014.

BROCKHAUS, S.; KERSTEN, W.; KNEMEYER, A.M. **Where do we go from here? Progressing Sustainability Implementation Efforts Across Supply Chains**. J Bus Logist, 34: 167–182, 2013.

CARDOSO, J.; FERRAZ, F.T. **Sustentabilidade: Um Novo Desafio Na Cadeia De Suprimentos**. VI Congresso Nacional de Excelência em Gestão. Anais...2010.

CEPRAM. CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 4.327 de 31 de outubro de 2013. **Dispõe sobre as atividades de impacto local de competência dos Municípios, fixa normas gerais de cooperação federativa nas ações administrativas[...]e dá outras providências.** Diário Oficial do Estado da Bahia, 03 de dezembro de 2013.

CERVO, A.L. **Metodologia científica.** 5 ed. São Paulo. Prentice Hall, 2002.

CÔTÉ, R.P.; LOPEZ, J.; MARCHE, S.; PERRON, G.M.; WRIGHT, R. **Influences, practices and opportunities for environmental supply chain management in Nova Scotia SMEs.** J. Clean. Prod., 16:1561–1570, 2008.

DJEKIC, I.; MIOCINOVIC, J.; TOMASEVIC, I.; SMIGIC, N.; TOMIC, N. **Environmental life-cycle assessment of various dairy products.** J. Clean. Prod., 68:64–72, 2014.

DOUBLET, G.; JUNGBLUTH, N.; STUCKI, M.; SCHORI, S. **Life cycle assessment of Romanian beef and dairy products.** SENSE Project Number 288974, 2013.

EMPRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Principais Produtores de Leite do Mundo.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/>. Acessado em: 14/06/2014.

FANTIN, V.; BUTTOL, P.; PERGREFFI, R.; MASONI, P. **Life cycle assessment of Italian high quality milk production. A comparison with an EPD study.** J. Clean. Prod., 28:150–159, 2012.

FAO – **Food and Agriculture Organization of the United Nations, Food and Agricultural commodities production.** Disponível em: <http://faostat.fao.org/>. Acessado em: 23/02/2015.

GOEDKOOP, M.; HEIJUNGS, R.; HUIJBREGTS, M.; DE SCHRYVER, A.; STRUIJS, J.; VAN ZELM, R. (2009). **ReCiPe 2008 - A life cycle impact assessment method which comprises harmonised category indicators at the midpoint and the endpoint level.** First edition. Report I: Characterisation

GUINÉE, J.B.; HEIJUNGS, R.; HUPPES, G.; ZAMAGNI, A.; MASONI, P.; BUONAMICI, R.; EKVALL, T.; RYDBERG, T. **Life Cycle Assessment: Past, Present, and Future.** Environ. Sci. Technol., 45:90–96, 2011.

HAGELAAR, G.J.L.F.; VAN DER VORST, J.G. A.J. **Environmental supply chain management: Using life cycle assessment to structure supply chains.** Int. Food Agribus. Manag. Rev., 4:399–412, 2002.

HOSPIDO, A.; MOREIRA, M.T.; FEIJOO, G. **Simplified life cycle assessment of Galician milk production.** Int. Dairy J., 13:783–796, 2003.

ISO 14040 – International Organization for Standardization 14040. **Environmental management – Life Cycle Assessment – Principles and framework.** Geneva, 2006a.

ISO 14044. – International Organization for Standardization 14044. **Environmental management – Life Cycle Assessment – Requirements and guidelines.** Geneva, 2006b.

KANG, S.H.; KANG, B.; SHIN, K.; KIM, D.; HAN, J. **A theoretical framework for strategy development to introduce sustainable supply chain management.** Procedia - Social and Behavioral Sciences, 40:631–635, 2012.

MCADAM, R.; MCCORMACK, D. **Integrating business processes for global alignment and supply chain management.** Bus. Process Manag. J., 7:113–130, 2001.

ROHLFES, A.L.B.; BACCAR, N.M.; OLIVEIRA, M.S.R.; MARQUARDT, L.; RICHARDS, N.S.P.S.



**Indústrias Lácteas: Alternativas De Aproveitamento Do Soro De Leite Como Forma De Gestão Ambiental.** Tecni-Lógica, 15:79–83, 2011.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JONHSTON, R. **Administração da Produção.** Atlas, 3. Ed, 1 – 728 p, 2009.

TUKKER, A.; HUPPES, G.; GUINÉE, J.; HEIJUNGS, R.; DE KONING, A.; VAN OERS, L.; SUH, S.; GEERKEN, T.; VAN HOLDERBEKE, M.; JANSEN, B.; NIELSEN, P. **Environmental Impacts of Products (EIPRO).** Analysis of the Life Cycle Environmental Impacts Related to the Final Consumption of the EU-25. Main Report. European Commission, Joint Research Centre, 2006.

## AUTOAVALIAÇÃO AMBIENTAL COMO ESTRATÉGIA ORGANIZACIONAL PARA IMPLANTACAO EFETIVA DE UM SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL NUMA MOAGEIRA DE TRIGO

**Ismael Santos Souza**

FANESE

Aracaju – SE

**Sandra Patrícia Bezerra Rocha**

FANESE

Aracaju – SE

**Alcides Anastácio de Araújo Filho**

FANESE

Aracaju – SE

**RESUMO:** Este estudo tem como objetivo avaliar a aderência das práticas ambientais aos requisitos da NBR ISO 14001:2004 em uma empresa moageira de trigo, a partir da autoavaliação ambiental, de forma a ajudar na implantação do Sistema de Gestão Ambiental (SGA). A metodologia aplicada neste estudo de caso foi pesquisa exploratória e descritiva com abordagem qualiquantitativa, com observação direta do processo de moagem de trigo. Para realizar a autoavaliação, foi caracterizado o processo de moagem de trigo e definido o escopo do SGA. Em seguida, foram identificados os requisitos da norma não atendidos pelas práticas ambientais já adotadas pela organização, ou seja, fez-se o comparativo entre a situação atual e os requisitos da norma. Por fim, foi estabelecido plano de ação para a implantação do SGA a partir das informações obtidas com

a autoavaliação ambiental, direcionando, de forma mais efetiva, as etapas de implantação do SGA, otimizando os recursos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sistema de Gestão Ambiental. Autoavaliação Ambiental. Empresa de Moageira de Trigo.

**ABSTRACT:** This study aims to evaluate the adherence of environmental practices to the requirements of ISO 14001: 2004 in a wheat milling company, from the environmental self-assessment, in order to assist in the implementation of the Environmental Management System (EMS). The methodology applied in this case study was exploratory and descriptive research with qualitative-quantitative approach, with direct observation of the wheat milling process. To perform the self-assessment, it was characterized wheat milling process and defined the scope of the EMS. Then the requirements have been identified the standard not met by environmental practices already adopted by the organization, that is, it made up the comparison between the current situation and the requirements of the standard. Finally, action plan was established for the EMS from the information obtained from environmental self-assessment, targeting, more effectively, the EMS deployment steps, optimizing resources.

**KEYWORDS:** Environmental Management System. Environmental self-assessment.

## 1 | INTRODUÇÃO

O grande crescimento econômico provocado pela globalização das ações de comercialização impulsionou, proporcionalmente, o consumo de bens e serviços. O aumento da capacidade produtiva das organizações empresariais, associado aos avanços tecnológicos, proporcionou, conseqüentemente, mais oferta de produtos e serviços disponíveis no mercado, gerando também o aumento da exploração de recursos naturais modificando as condições naturais do meio ambiente para atender esta demanda.

Diante da nova consciência do consumidor, que agora passa a se preocupar com os resultados de sua ação de consumo, as organizações empresariais precisam melhorar o seu desempenho ambiental, adotando medidas que mitiguem os impactos gerados por suas operações e produtos/serviços. Com o intuito de auxiliar as organizações a gerenciarem melhor os aspectos e impactos ambientais, gerados por suas operações e produtos, foram criadas as normas internacionais da série ISO 14000. Dentre elas, a ISO 14001, cujo conteúdo dispõe de orientações técnicas que dão suporte à implantação do Sistema de Gestão Ambiental (SGA).

Para que uma empresa continue competitiva no âmbito das questões ambientais, inerentes ao seu ramo de atuação, é importante que a mesma se autoavalie para que verifique se está agindo em conformidade com requisitos normativos e legais, além de poder identificar alternativas de otimização do seu processo de produção, que proporcionem redução nos custos de suas operações, melhores condições de trabalho para seus colaboradores e que o resultado de suas atividades não prive ou comprometa o meio ambiente.

## 2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Gestão ambiental

A Gestão Ambiental é definida por Lora (2002) como o mecanismo responsável por manter e melhorar continuamente o desempenho das atividades de operação de uma organização, estabelecendo e implementando uma Política Ambiental consistente, através da aplicação de uma metodologia eficaz, a exemplo da norma de gerenciamento ISO 14001 (por ser certificável) que, se for efetivamente aplicada à organização, viabilizará um SGA que se caracteriza por agrupar atividades correlacionadas, com o intuito de atingir satisfatoriamente os objetivos ambientais, além de gerenciar os seus aspectos ambientais.

Seiffert (2008) preconiza que a Gestão Ambiental é constituída por uma Política

ambiental onde a empresa declara o seu comprometimento com o meio ambiente pelo Planejamento Ambiental, constituindo os planos para monitorar e controlar aspectos e impactos ambientais, estabelecendo objetivos e metas e os respectivos responsáveis; e também pelo Gerenciamento ambiental ou SGA, responsável por sistematizar e viabilizar a política ambiental da empresa.

Nota-se que, para uma empresa adotar um SGA, é necessário que esta defina, inicialmente, a sua política ambiental, ou seja, estabeleça as suas intenções, compromissos, e responsabilidades para com o meio ambiente de acordo com a natureza de suas atividades, definindo seus objetivos e metas ambientais para que as ações de implantação do SGA sejam guiadas por estas premissas.

## **2.2 Política ambiental**

A política ambiental, de acordo com a NBR ISO 14001: 2004, necessita identificar a empresa e a natureza do seu negócio, além de estabelecer o compromisso da organização com o meio ambiente, determinando qual é a sua intenção em relação aos aspectos e impactos ambientais gerados a partir de suas operações e produtos/ serviços, bem como firmar o comprometimento com a melhoria contínua.

## **2.3 Sistema de gestão ambiental**

Um sistema possui uma formatação comum, composta por elementos de entrada, transformação e saídas (produtos). Porém, cada elemento que compõe um sistema é único, ou seja, apresenta-se com características particulares, contudo cada um deles exerce influência sobre os demais elementos que fazem parte deste conjunto.

Seiffert (2008) induz que, para que a empresa consiga operar de acordo com os princípios e compromissos estabelecidos em sua política ambiental, necessita adotar e cumprir determinadas ações de regulação e controle do uso de recursos naturais, com o intuito de minimizar e controlar os seus aspectos e impactos ambientais, relacionados aos seus processos e produtos, avaliando, de forma cíclica e sistematizada, a conformidade com os requisitos legais e subscritos por ela mesma e pelos seus clientes, caracterizando a aplicação de um SGA.

Reis e Queiroz (2002) ressaltam que o SGA é responsável por uma série de benefícios à empresa, conforme mostra o Quadro 1:

Demonstrar aos clientes, órgãos de regulamentação e controle ambiental e à sociedade em geral, o comprometimento da empresa com os resultados da influência das entradas e saídas de seus processos sobre o meio ambiente.
Obter vantagens competitivas em relação à concorrência.
Otimizar custos operacionais reduzindo desperdícios de matérias e/ou recursos energéticos.
Eliminar, reduzir e controlar os efeitos de impactos ambientais cuja alteração do meio ambiente seja negativa.
Regularização no atendimento à legislação ambiental aplicável à natureza dos negócios da empresa.

Quadro 1 – Benefícios do SGA para uma organização

Fonte: Adaptado de Reis e Queiroz (2002)

A NBR ISO 14001: 2004 sintetiza o conceito de SGA como “um sistema da gestão que inclui estrutura organizacional, atividades de planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos”, que são aplicados para desenvolver e implementar a política ambiental da empresa, como também tem por objetivo gerenciar os aspectos ambientais da organização.

## 2.4 Aspecto ambiental

Quando se refere a Aspecto Ambiental, a NBR ISO 14001:2004 define que este é o “elemento das atividades ou produtos ou serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente”.

Na concepção de Seiffert (2008), para a implantação do SGA é indispensável realizar a identificação dos aspectos ambientais correlacionados às atividades, processos e produtos da organização. Esta tarefa precisa ser executada no início do programa de implantação, ainda na avaliação ambiental inicial.

Além de identificar os aspectos ambientais inerentes às atividades da empresa, esta deve classificá-los quanto ao nível de influência que exercem sobre o meio ambiente ou, de outro modo, quanto à significância, com o intuito de que a organização possa dar maior atenção aos aspectos significativos.

## 2.5 Impacto ambiental

Todo impacto ambiental representa o efeito de um aspecto ambiental (causa), ou seja, a ocorrência de um impacto está correlacionada a um aspecto da ação humana sobre o meio ambiente.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente define, através da sua resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986, impacto ambiental como:

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante de atividades humanas que direta ou indiretamente afetam:

- I. a saúde, a segurança e bem-estar da população;
- II. as atividades sociais e econômicas;
- III. a biota;
- IV. as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- V. a qualidade dos recursos ambientais.

Sabendo-se que a ação humana pode provocar alterações no meio ambiente e que tal ação caracteriza-se como impacto ambiental, seja ele benéfico ou adverso, faz-se necessário identificar quais destes impactos ambientais revelam-se com maior necessidade de controle, para que sejam gerenciados a partir do SGA.

O SGA, que utiliza a metodologia da NBR ISO 14001:2004, exige que os impactos ambientais significativos sejam identificados e gerenciados. Portanto, é necessário identificá-los e classificá-los quanto ao grau de significância diante do escopo estabelecido para aplicação do SGA. Sánchez (2008) preconiza que, para o impacto ambiental ser classificado como significativo, é necessário avaliar quais atividades ou produtos de uma organização requisitam mais recursos do meio do que outros, acentuando ainda mais os efeitos do aspecto ambiental, além de levar em consideração a vulnerabilidade do meio ambiente aos efeitos destes aspectos/ impactos. Deste modo, é necessário classificar como significativos os aspectos (e correspondentes impactos) que exercem maior influência na alteração da condição natural do meio ambiente.

## 2.6 Norma ambiental NBR ISO 14001:2004

A gestão ambiental conta com uma série de normas (ISO 14000) de regulamentação internacional que, na concepção de Junior (2004), são elaboradas pela *International Organization for Standardization* (ISO), organização formada por 161 institutos de padronização (um de cada país participante), com sede em Genebra na Suíça. No Brasil, o Instituto Nacional de Metrologia (INMETRO) representa a ISO e é responsável pela regulação das certificadoras independentes; a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por sua vez, é responsável pela edição e publicação das normas ISO no Brasil.

Para Reis e Queiroz (2002), a série de normas ISO 14000 representa uma base comum para qualquer organização com ou sem fins lucrativos, que demonstre interesse em desenvolver o gerenciamento ambiental sobre suas atividades ou produtos, a partir da implantação de um SGA, e que podem ser utilizadas em qualquer país, pois elas foram elaboradas de forma generalizada, possibilitando que requisitos legais inerentes a cada país, estado ou município pudessem ser cumpridos, garantindo a sua aplicação globalizada.

Esta norma utiliza-se da metodologia PDCA (Plan – Do – Check – Act) para promover a melhoria contínua do SGA. Tanto o ciclo PDCA, quanto a NBR ISO 14001



podem ser representados com suas composições estabelecidas em subsistemas, que agrupam um conjunto de atividades específicas na implementação e operacionalização da norma e da ferramenta de gestão.

Como o princípio fundamental da ISO 14001 é a melhoria contínua, ao implantar o SGA durante a terceira fase do ciclo PDCA (Verificar), os resultados do sistema precisam ser analisados para verificar se o que foi previamente planejado foi executado de maneira satisfatória para a geração de resultados desejáveis. Isso pode ser medido através de indicadores de desempenho.

A análise destes indicadores de desempenho vai gerar informações, que possibilitarão identificar possíveis pontos de melhoria, além de permitir uma melhor visibilidade dos problemas que possam estar gerando as não conformidades.

## 2.7 Avaliação ambiental inicial

Recomenda-se que a organização com interesse em implantar o SGA em conformidade com os requisitos da NBR ISO 14001:2004 faça uma avaliação ambiental inicial, pois a realização deste estudo serve de base para a implantação do SGA, permitindo a verificação da existência de procedimentos ambientais já adotados ou não, além de servir como ferramenta estratégica para diagnosticar pontos fortes e a aprimorar da organização em relação às questões ambientais, bem como as oportunidades e ameaças norteadas por tais questões (REIS E QUEIROZ, 2002).

A NBR ISO 14001 estabelece que a avaliação ambiental inicial precisa realizar algumas ações para garantir a sua eficiência. Sendo assim, os autores citados anteriormente também afirmam que o posicionamento atual de uma organização, em relação ao meio ambiente, pode ser determinado através das ações descritas no Quadro 2.

Identificar os requisitos legais e regulamentares, normativos e subscritos.
Identificar os aspectos e impactos ambientais significativos correlacionados com as atividades da organização.
Verificar a existência de procedimentos ambientais internos.
Avaliar o desempenho ambiental da organização em relação aos procedimentos internos já adotados.
Investigar incidentes ambientais anteriores que geraram não-conformidades, e quais ações foram tomadas.

Quadro 2 – Ações da Autoavaliação Ambiental

Fonte: Adaptado de Reis e Queiroz (2002)

Nesta avaliação é importante que a organização identifique os GAP (lacunas ou diferenças) entre as suas práticas e procedimentos ambientais em relação aos requisitos da NBR ISO 14001:2004, pois esta análise vai proporcionar uma visão mais detalhada do que precisa ser feito ou melhorado para atender o que determina a norma.

### 3 | METODOLOGIA

O método utilizado neste estudo baseou-se em um estudo de caso realizado em uma empresa de moagem de trigo em Sergipe. O presente estudo classifica-se como uma pesquisa exploratória e descritiva, por se tratar de um estudo que descreve a situação atual da empresa estudo de caso em relação ao atendimento dos requisitos da ISO 14001:2004 e por avaliar e identificar os GAPs existentes entre a situação atual do SGA da empresa e o que rege os requisitos da ISO 14001:2004. Com relação à abordagem utilizada, esta foi classificada como qualiquantitativa. Os dados foram coletados por contato direto a partir da aplicação de questionários tipo check-list em todo o processo de moagem de trigo por meio da observação participante, que contou com a participação real do pesquisador na área industrial da empresa e com os colaboradores.

### 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 4.1 Processo de moagem de trigo

O processo de moagem de trigo pode ser representado de forma simplificada pelo seu macro processo, que considera apenas a entrada de trigo, a atividade principal (moagem do grão de trigo), e as saídas após o processamento (farinha de trigo e derivados). Neste estudo, foi considerada apenas a relação do processo de moagem com o meio ambiente a partir da atividade de recepção da matéria-prima, já dentro da estrutura física da organização até a estocagem dos produtos. O processo foi dividido de acordo com o fluxograma indicado na Figura 1.

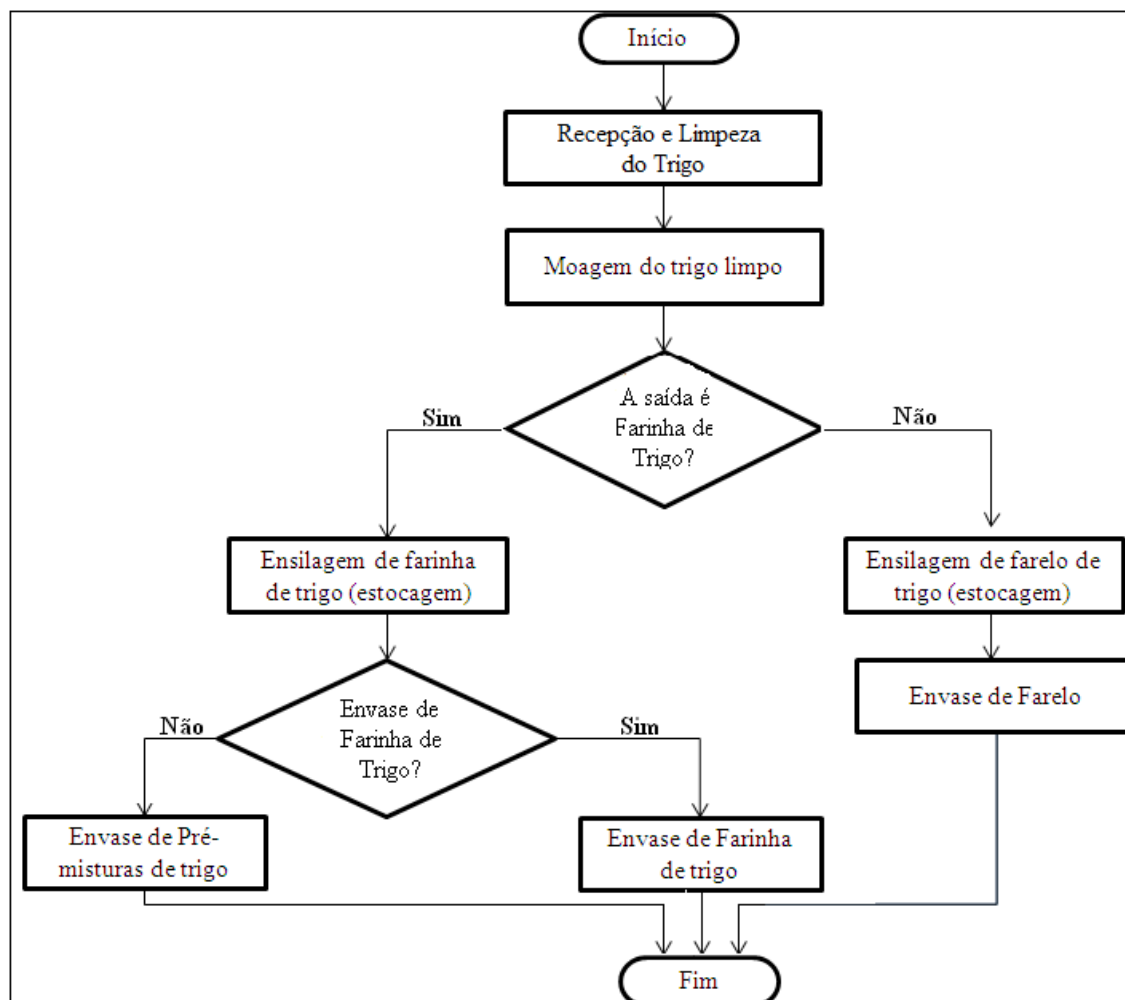


Figura 1 – Fluxograma do processo de Moagem de trigo

Fonte: Autores do estudo

## 4.2 Autoavaliação das práticas ambientais na empresa moageira de trigo

Durante a análise das práticas ambientais no moinho de trigo deste estudo, verificou-se que algumas ações e procedimentos haviam sido estabelecidos e implementados no que diz respeito à gestão ambiental. A alta administração da empresa determinou, inicialmente, que o escopo para implantação do SGA (SGA) iria compreender desde a recepção de trigo até a armazenagem do produto final, ou seja, todo o processo de moagem de trigo, registrando a decisão em ata de reunião, cumprindo desta forma com o requisito 4.1 da NBR ISO 14001:2004.

Antes de iniciar o processo de implantação do SGA, é necessário para a organização avaliar a sua condição atual em relação ao SGA proposto pela NBR ISO 14001:2004. Esta avaliação foi feita através da análise dos GAP existentes entre os requisitos da norma adotada como modelo para o SGA e os procedimentos já adotados pela organização. O resultado da autoavaliação realizada e os GAP identificados serão mostrados a seguir

Com relação ao exigido no requisito 4.2 Política da norma, verificou-se, em registros de ata das reuniões do comitê do sistema de gestão, que a política foi elaborada e documentada, mas não foi evidenciado que os demais colaboradores

se quer soubessem da existência deste documento. Portanto configurou-se um GAP em relação ao requisito 4.2 que diz que a política ambiental deve ser “comunicada a todos que trabalhem na organização ou que atuem em seu nome” e que esta “esteja disponível para o público”.

#### *4.2.1 Planejamento*

Com relação à fase de planejamento, a NBR ISO 14001:2004, por meio dos requisitos 4.3.1 (aspectos ambientais), 4.3.2 (requisitos legais e outros) e 4.3.3 (objetivos, metas e programas) exige que os aspectos e impactos ambientais sejam identificados e avaliados quanto a sua significância. Além disso, a empresa deve identificar os requisitos legais e outros subscritos, e por fim, identificar também os objetivos, metas e programas do SGA.

Observou-se que, no moinho de trigo deste estudo, os aspectos ambientais inerentes ao escopo definido foram identificados para cada subprocesso do escopo, contudo, não foi realizada a classificação de significância como a norma determina em seu requisito 4.3.1. Os aspectos identificados junto com os respectivos impactos ambientais estão expostos no Quadro 3.

Subprocesso	Atividade	Aspecto ambiental	Impacto ambiental
RECEPÇÃO	Descarga de trigo na plataforma.	Emissão de material particulado no ar	Alterações da qualidade do ar
		Emissão de resíduo sólido orgânico	Poluição do solo
		Consumo de energia elétrica	Redução da quantidade de recursos naturais
		Ruído	Poluição sonora
LIMPEZA	Transporte do trigo.	Emissão de material particulado no ar	Alterações da qualidade do ar
	Peneiramento e separação	Emissão de resíduo sólido orgânico	Poluição do solo
	Umidificação do trigo.	Emissão de efluentes	Poluição da água superficial/subterrânea
		Consumo de água	Redução da quantidade de recursos naturais
	Limpeza do trigo	Consumo de energia elétrica	Redução da quantidade de recursos naturais
		Ruído	Poluição sonora
MOAGEM	Transporte e trituração do grão de trigo.	Emissão de material particulado no ar	Alterações da qualidade do ar
		Emissão de resíduo sólido orgânico	Poluição do solo
		Consumo de energia elétrica	Redução da quantidade de recursos naturais
		Ruído	Poluição sonora
PRÉ-MISTURA	Transporte e mistura de farinha e insumos.	Consumo de energia elétrica	Redução da quantidade de recursos naturais
		Ruído	Poluição sonora
		Emissão de material particulado no ar	Alterações da qualidade do ar
		Emissão de resíduo sólido orgânico	Poluição do solo
	Mistura de insumos	Emissão de efluentes oleosos	Poluição da água superficial/subterrânea
	ENVASE	Ensacamento dos produtos.	Emissão de material particulado no ar
Emissão de resíduo sólido orgânico			Poluição do solo
Emissão de resíduo sólido inorgânico			Poluição do solo
Consumo de energia elétrica			Redução da quantidade de recursos naturais
Ruído			Poluição sonora

Quadro 3 – Aspectos e impactos ambientais do processo de moagem de trigo

Fonte: Autores do estudo

Em relação ao requisito 4.3.2 da norma, verificou-se que a empresa não tem estabelecido, não implementou e nem mantém procedimento para identificar os requisitos legais e subscritos por ela mesma (ou por seus clientes) aplicáveis aos seus aspectos ambientais, sendo que a responsabilidade por manter a empresa atualizada em relação aos requisitos legais é do seu departamento jurídico, que executa esta atividade apenas para obter a licença ambiental de operação da fábrica.

Verificou-se mais um GAP em relação às práticas ambientais da empresa e o requisito 4.3.3, verificou-se que a empresa não atende a esse requisito uma vez que a empresa apenas registrou os objetivos gerais do SGA em sua política ambiental. Além disso, também não foi evidenciada a existência de nenhum programa com a finalidade

de atender aos objetivos gerais do SGA.

#### *4.2.2 Implementação e operação*

No que diz respeito à implementação e operação do SGA, verificou-se que a organização cumpre o requisito 4.4.1 da NBR ISO 14001:2004.

Em relação ao requisito 4.4.2 da mesma norma (Competência, treinamento e conscientização), constatou-se mais um GAP: não foi evidenciada a existência de procedimento e registros para atendê-lo.

Ainda na fase de implementação e operação do SGA, constatou-se que o requisito 4.4.3 da norma de gestão ambiental que se refere à comunicação, não é atendido, gerando mais um GAP, pois a empresa ainda não estabeleceu, implementou e nem mantém procedimento para comunicação interna e externa, além de não ter definido se vai ou não comunicar ao público externo sobre os seus aspectos e impactos ambientais significativos.

Há outro GAP quanto ao requisito 4.4.4, pois a mesma ainda não desenvolveu e aplicou todos os documentos necessários à manutenção do SGA. Até o momento têm-se apenas a política ambiental, e a definição do escopo do SGA.

O requisito 4.4.5 que trata do controle de documentos também não é atendido pela empresa, pois esta ainda não garante que os documentos requeridos pelo SGA e pela norma estejam disponíveis nas áreas pertinentes, atualizados, legíveis e recuperáveis, além de não ter estabelecido como os documentos serão aprovados, revisados e controlados.

Em relação ao controle operacional apresentado no requisito 4.4.6 da norma, a empresa deste estudo não dispõe de procedimentos para estabelecer e implementar critérios operacionais de controle para evitar desvios em relação a sua política, metas e objetivos ambientais.

A empresa analisada também não dispõe de procedimento para responder às emergências e acidentes ambientais que provoquem impactos sobre o meio ambiente, caracterizando mais um GAP em relação ao requisito 4.4.7 da NBR ISO 14001:2004.

#### *4.2.3 Verificação*

Com relação aos requisitos 4.5.1 que trata dos métodos e periodicidade das medições e monitoramento de suas variáveis de processo que possam ter impactos ambientais significativos, a empresa não atende ao requisito.

Durante a identificação dos aspectos ambientais, a organização também realizou a verificação de atendimento aos requisitos 4.5.2.1 e 4.5.2.2 da norma. Verificou-se que a empresa adotou algumas práticas para atender aos requisitos legais que regulam a emissão da licença ambiental para operação, mas não estabeleceu nenhum procedimento para realizar esta verificação, e, portanto, tem-se mais um GAP em



relação as suas práticas ambientais e à norma de referência.

Dentre as ações adotadas pela empresa evidenciando sua preocupação com a prevenção da poluição, promovendo o desenvolvimento sustentável, destaca-se o isolamento das áreas que mesmo dispõe de sistema de aspiração, não se consegue reduzir os níveis de material particulado emitidos no meio ambiente. Um exemplo desta ação foi constatado na recepção de trigo, onde foi aplicada uma cortina de PVC dobrável com acionamento automático.

Com relação ao requisito 4.5.3 da NBR ISO 14001:2004, verificou-se que a empresa não o atende, pois não há nenhum procedimento para tratar as não conformidades e também não foi evidenciada nenhuma ação de tratamento destas.

Em relação ao controle de registros (requisito 4.5.4), não foi evidenciada a existência destes em relação às questões ambientais e necessárias para atender ao SGA. Também não há um procedimento para identificação, armazenamento, proteção, recuperação e disposição destes registros, como preceitua a norma.

Para avaliar o desempenho do SGA, é necessário realizar auditorias internas para verificar a conformidade das práticas ambientais da empresa com os requisitos da norma de referência. Não foi evidenciada a existência de auditorias, levando em consideração questões ambientais. Deste modo, constatou-se mais um GAP em relação ao atendimento do requisito 4.5.5 da NBR ISO 14001:2004 e às práticas da empresa. Quanto ao requisito 4.6 da mesma norma, também não foi constatada evidência de realização de análise crítica pela administração, caracterizando mais um GAP, pois o SGA ainda não foi totalmente implantado na empresa.

Após a identificação dos GAP em relação à NBR ISO 14001:2004, verificou-se que, dentre os 18 requisitos analisados, a empresa deste estudo de caso atende à norma em 11% dos requisitos, sendo que 89% não são atendidos, conforme mostra a Figura 2.

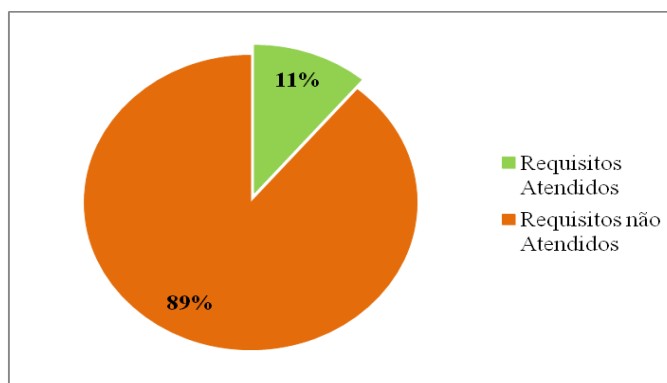


Figura 2 – Percentual de conformidade com os requisitos da ISO 14001:2004

Fonte: Autores do estudo

O Quadro 4 mostra os GAPs existentes entre os requisitos da NBR ISO 14001:2004 e os procedimentos e práticas já adotados pelo moinho de trigo aqui analisado.

	Requisitos da ISO 14001:2004	Situação atual da empresa em relação ao SGA	GAPs apontados
Requisito do SGA	4.1 Requisitos Gerais	A organização definiu e documentou o escopo do seu SGA em ata de reunião.	Atende.
Planejamento	4.2 Política ambiental	Há uma política documentada, mas não foi comunicada, e não está disponível a todos.	Comunicar e disponibilizar a política ambiental a todos na organização ou que atuem em seu nome e ao público externo.
	4.3.1 Aspectos Ambientais	A empresa estabeleceu procedimento para identificar aspectos ambientais de suas atividades.	A empresa atende parcialmente ao requisito pois além de identificar os seus aspectos ambientais, ela também deve avaliá-los quanto à significância.
	4.3.2 Requisitos Legais e Outros	A empresa não estabeleceu, implementou, e nem mantém procedimento para atender aos requisitos legais e subscritos.	Não há procedimento estabelecido, implementado e nem mantido para identificar e ter acesso a requisitos legais e subscritos.
	4.3.3 Objetivos, metas e programas	A empresa não estabeleceu seus objetivos e metas ambientais para aspectos e impactos significativos, e nem os respectivos programas para atingi-los.	Ausência de objetivos e metas ambientais para aspectos e impactos significativos, além dos respectivos programas para a atingi-los.
Implementação e Operação	4.4.1 Recursos, funções, responsabilidades e autoridades	A alta direção já estabeleceu o comitê de implantação, as funções e responsabilidades, e disponibilizou recursos necessários até o momento.	Atende
	4.4.2 Competência, treinamento e conscientização	A empresa não possui procedimento nem mantém registros para atender ao requisito.	Não há registros da competência, treinamento e conscientização dos colaboradores sobre procedimentos do SGA.
	4.4.3 Comunicação	A empresa não possui procedimento de comunicação, nem registrou a sua decisão sobre divulgar ao público externo sobre seus aspectos ambientais significativos.	Não atende ao requisito de comunicação pois não há procedimento para comunicação interna e externa.

Quadro 4 – GAP entre a situação atual do SGA e a NBR ISO 14001:2004

Fonte: Autores do estudo

	Requisitos da ISO 14001:2004	Situação atual da empresa em relação ao SGA	GAPs apontados
Implementação e Operação	4.4.4 Documentação	A empresa não possui toda a documentação necessária para a implantação do SGA.	Falta elaborar, manter e implementar os objetivos e metas ambientais relevantes (documentados), além do manual do SGA, procedimentos e registros necessários à garantia do planejamento, operação e controle de processos associados aos aspectos ambientais significativos.
	4.4.5 Controle de Documentos	Procedimento de controle de documentos não foi documentado, mantido, e implementado.	Não há evidência de controle dos documentos exigidos pela norma de SGA.
	4.4.6 Controle Operacional	A empresa não exerce controle sobre seus aspectos ambientais significativos.	Não foram estabelecidos procedimentos nem parâmetros de controle operacional para os aspectos significativos.
	4.4.7 Preparação e resposta à emergência	Não há procedimento definido e implementado.	Não há evidência de que a empresa possui procedimento para responder a situações de emergência.
Verificação	4.5.1 Monitoramento e medição	A empresa não monitora seus processos.	Não há evidência da determinação de pontos críticos de controle ambiental para os processos, nem registros de monitoramento e medição destes.
	4.5.2 Avaliação do atendimento a requisitos legais e outros	Não há procedimentos nem registros da realização dessa avaliação.	Sem evidências da elaboração de procedimentos para a avaliação do atendimento a requisitos legais e subscritos.
	4.5.3 Não-conformidade, ação corretiva e ação preventiva	A empresa não possui procedimento para tratar suas não-conformidades ambientais, nem mantém registros.	Não há procedimento e registros estabelecidos, mantidos e documentados para tratar não-conformidades ambientais. Também não há evidência do tratamento destas.
	4.5.4 Controle de registros	A empresa não possui procedimento para controle de registros do SGA.	Não há procedimento para controlar os registros do SGA. Também não há evidências destes.
	4.5.5 Auditoria interna	Não foi elaborado, implementado e mantido procedimento e programa para conduzir auditorias internas do SGA.	Ausência de procedimento e programa para conduzir auditorias internas do SGA.
Análise pela Administração	4.6 Análise crítica pela administração	Não há evidências de análises críticas realizadas pela alta administração da empresa para proporcionar melhorias contínuas ao SGA.	Não há registro de análises críticas realizadas pela alta administração em relação ao SGA.

Quadro 4 – GAP entre a situação atual do SGA e a NBR ISO 14001:2004 (continuação)

Fonte: Autores do estudo

### 4.3 Plano para implantação completa do SGA de acordo com a NBR ISO 14001:2004

A partir do Quadro 4, pode-se constatar quais requisitos já estão sendo atendidos, bem como aqueles que necessitam ser implementados pela empresa para atender aos da norma utilizada para implantação do SGA. A partir daí, deve-se estabelecer as atividades que precisam ser executadas para viabilizar a implantação do SGA na totalidade, aproveitando tudo aquilo que já foi realizado com o intuito de minimizar os esforços de materiais, de tempo e os financeiros aplicados ao processo de implantação.

Neste estudo, o plano para implantar o SGA seguiu a ordem dos requisitos da NBR ISO 14001:2004 e se baseou nos GAPs identificados conforme mostra o Quadro 5:

Requisitos da NBR ISO 14001	GAPs	Ações
4.2	Comunicar e disponibilizar a política ambiental a todos na organização ou que atuem em seu nome e ao público externo.	Treinar seus colaboradores ou todos os que atuam em seu nome, além de estabelecer meios para comunicar a sua política ao público externo.
4.3.1	A empresa atende parcialmente ao requisito pois além de identificar os seus aspectos ambientais, ela também deve avaliá-los quanto à significância.	Estabelecer e implementar procedimento para avaliar a significância dos seus aspectos ambientais.
4.3.2	Não há procedimento estabelecido, implementado e nem mantido para identificar e ter acesso a requisitos legais e subscritos.	A empresa deve elaborar, implementar e manter procedimento para identificar os requisitos legais e subscritos.
4.3.3	Ausência de objetivos e metas ambientais para aspectos e impactos significativos, além dos respectivos programas para atingi-los.	Estabelecer, documentar e implementar objetivos e metas para aspectos e impactos ambientais significativos, e também o programa para atingi-los.
4.4.2	Não há registros da competência, treinamento e conscientização dos colaboradores sobre procedimentos do SGA.	Treinar e conscientizar os colaboradores em todos os procedimentos do SGA e manter os respectivos registros.
4.4.3	Não atende ao requisito de comunicação pois não há procedimento para comunicação interna e externa.	Documentar, implementar e manter procedimento para comunicação interna e externa além de documentar também a decisão da empresa de comunicar ou não ao público externo os seus aspectos significativos.

Quadro 5 – Plano para implantação SGA

Fonte: Autores do estudo

Requisitos da NBR ISO 14001	GAPs	Ações
4.4.4	Falta elaborar, manter e implementar os objetivos e metas ambientais relevantes, além do manual do SGA, procedimentos e registros necessários à garantia do planejamento, operação e controle de processos associados aos aspectos ambientais significativos.	Estabelecer, implementar e manter documentados objetivos e metas ambientais, além dos procedimentos e registros necessários para garantir o planejamento, operação e controle do SGA, e também o seu manual.
4.4.5	Não há evidência de controle dos documentos exigidos pela norma de SGA.	Elaborar, implementar e manter procedimento de controle dos documentos do SGA, e efetuar os respectivos registros.
4.4.6	A empresa não exerce controle sobre seus aspectos ambientais significativos.	Estabelecer e documentar procedimentos com parâmetros de controle para os processos operacionais com aspectos ambientais significativos.
4.4.7	Não há evidência de que a empresa possui procedimento para responder a situações de emergência.	Estabelecer, implementar e manter documentado procedimento para responder a situações de emergência.
4.5.1	Não há evidência da determinação de pontos críticos de controle ambiental para os processos, nem registros de monitoramento e medição destes.	Estabelecer, implementar e manter procedimento para monitorar pontos críticos de controle ambiental para os processos e manter os respectivos registros.
4.5.2	Sem evidências da elaboração de procedimentos para a avaliação do atendimento a requisitos legais e subscritos.	Elaborar procedimentos, realizar a avaliação e manter os respectivos registros.
4.5.3	Não há procedimento e registros estabelecidos, mantidos e documentados para tratar não-conformidades ambientais. Também não há evidência do tratamento destas.	Elaborar, implementar e manter procedimento documentado para tratar não-conformidades, e gerar registros destas.
4.5.4	Não há procedimento para controlar os registros do SGA. Também não há evidências destes.	Estabelecer, implementar e manter procedimento para garantir a identificação, armazenamento, proteção, recuperação, retenção e disposição dos registros do SGA.
4.5.5	Ausência de procedimento e programa para conduzir auditorias internas do SGA.	Estabelecer implementar e manter procedimento para conduzir auditorias internas do SGA, além de manter registros que demonstrem a execução de auditorias internas para o SGA.
4.6	Não há registro de análises críticas realizadas pela alta administração em relação ao SGA	Elaborar programa de análise crítica do SGA, e manter registros da realização desta.

Quadro 5 – Plano para implantação SGA (continuação)

Fonte: Autores do estudo

A partir do que foi exposto, constatou-se a importância da empresa deste estudo fazer uma autoavaliação de sua condição atual para implantar na totalidade o SGA, de acordo com a ISO 14001:2004, pois, assim, a mesma pode direcionar recursos para

áreas e atividades cuja demanda seja prioridade para o estabelecimento do sistema, reduzindo esforços desnecessários na execução da implantação deste em desta forma, tornar-se apta para buscar a certificação do seu SGA.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

As exigências de mercado pressionam cada vez mais as empresas a controlar e minimizar os níveis de poluição gerados por suas operações de produção. E, por isso, várias organizações empresariais estão empregando esforços para se adequarem a estas exigências e, assim, continuarem competitivas em relação aos seus competidores.

As diferenças existentes entre as práticas da empresa e a norma foram chamadas de GAP e o levantamento destes serviu para especificar a real situação da empresa em relação à norma, além de identificar o que deverá ser feito para atender aos seus requisitos. Verificou-se também que a elaboração de um plano de ação para cumprimento dos GAP identificados possibilitará a minimização dos esforços empregados para a implantação completa do SGA, uma vez que, ao avançar nas etapas do plano de ação, a organização vai perceber quais atividades e ações já estão em andamento ou já foram realizadas, concentrando-se nas pendências em relação aos requisitos da norma.

Portanto, nota-se que a autoavaliação ambiental realizada antes de se implantar o SGA proporciona à empresa a possibilidade de verificar quais são os seus pontos fortes e quais as suas fraquezas em relação a sua interação com o meio ambiente e, de posse destas informações, ela poderá correlacioná-las com ameaças ou oportunidades de mercado em relação aos seus concorrentes e concentrar suas ações de controle ambiental para maximizar as possíveis oportunidades, ao mesmo tempo em que busca minimizar as ameaças e tornar-se cada vez mais competitiva, garantindo a sustentabilidade de suas atividades com ações e bens economicamente viáveis, socialmente justos, ambientalmente corretos, respeitada a diversidade cultural.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14001 – SGA**. Rio de Janeiro, 2004.

DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO. **Resolução Conama Nº 001 de 23 de janeiro de 1986 –IM- PACTO AMBIENTAL**. Disponível em <<http://www.docstoc.com/docs/20203232/RESOLU%C3%87%C3%83O-CONAMA-N%C2%BA-001-de-23-de-janeiro-de>> Acesso em: 23 de abril de 2012.

LORA, Electo Eduardo Silva. **Prevenção e controle de poluição nos setores energéticos, industrial e de transporte**, 2ª Ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2002.

REIS, L. F. S. de S.D.; QUEIROZ, S. M. P. **Gestão Ambiental em pequenas e médias empresas**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

SÁNCHEZ, Luis Enrique. **Avaliação de impacto ambiental**: conceitos e métodos. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

SEIFFERT, Mari Elizabete Bernardini. **ISO 14001 Sistemas de gestão ambiental**: implantação objetiva e econômica. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2008.



## A GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE CARBONO EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR: DESAFIOS E OPORTUNIDADES

**Fernanda Camargo Barrile**

Universidade do Sagrado Coração  
Bauru - São Paulo.

**Beatriz Antoniassi Tavares**

Universidade do Sagrado Coração  
Bauru - São Paulo

**RESUMO:** A meta do Desenvolvimento Sustentável continua tendo papel de destaque na sociedade humana e é neste cenário que as Instituições de Ensino Superior (IES) se destacam pela sua relevância e necessidade de ação, sendo chamadas a ocupar um posto de liderança neste processo, tendo como uma de suas competências a Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS). No entanto, pouco se estuda sobre o impacto dos resíduos gerados nessas instituições com relação ao aumento da emissão de Gases de Efeito Estufa e menos ainda sobre a inserção em mercados voltados à negociação de créditos de carbono. Desta forma, este trabalho realizou a quantificação dos resíduos gerados em um campus universitário e sua conversão em créditos de carbono. Os resultados demonstraram que a universidade gerou no período de 6 meses 267.855 créditos. Conclui-se, portanto, que há um potencial nas Instituições de Ensino Superior de fazer parte do mercado de carbono, visto que possuem

não só capacidade de gerenciar seus resíduos, como responsabilidade no que tange aspectos relacionados ao meio ambiente, podendo desta forma ser um agente de transformação na sociedade, gerando ideias e ações que busquem resolver ou minimizar o impacto gerado pelos gases de efeito estufa.

**PALAVRAS-CHAVE:** Redução dos resíduos. Gases de Efeito Estufa. Mercado de Carbono.

**ABSTRACT:** The goal of Sustainable Development continues to play a prominent role in human society and it is in this context that Higher Education Institutions (HEI) stand out for their relevance and need for action, being called to occupy a leading position in this process, having as a Education for Sustainable Development (ESD). However, little is studied about the impact of the residues generated in these institutions in relation to the increase of the emission of greenhouse gases and still less on the insertion in markets aimed at the negotiation of carbon credits. In this way, this work quantified the waste generated in a university campus and its conversion into carbon credits. the results showed that the university generated in the period of 6 months 267,855 credits. It is concluded, therefore, that there is a potential in Higher Education Institutions to be part of the carbon market, since they have not only capacity to manage their waste, but

also responsibility for aspects related to the environment. Transformation in society, generating ideas and actions that seek to solve or minimize the impact generated by greenhouse gases.

**KEYWORDS:** Reduction of waste. Greenhouse Gases. Carbon Market.

## 1 | INTRODUÇÃO

Atualmente problemas ambientais ocorrem cada vez com maior frequência, sendo o aquecimento global um dos mais graves problemas do século. Nos últimos anos ocorreu um aumento da temperatura média do planeta devido ao grande índice de emissões de Gases de Efeito Estufa, GEE ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  e  $\text{CH}_4$ ). Caso não se reduza essas emissões, poderão ocorrer além de impactos ambientais, alterações econômicas, geopolíticas e sociais (ANDREASSI et al, 2010).

Considerando esses fatos, em 1992, durante a Rio-92, foi criada a United Nations Framework Convention on Climate Change (Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas), cujo objetivo foi estabilizar as emissões de GEE na atmosfera. E para que essas emissões fossem efetivamente reduzidas, criou-se o Protocolo de Kyoto, que surgiu como uma grande oportunidade, não só para que o mundo comece a agir efetivamente em prol do meio ambiente, mas também como um meio para que os países em desenvolvimento busquem o desenvolvimento sustentável, estimulando a produção de energia limpa para a redução das emissões de GEE e, com base na cooperação internacional com países desenvolvidos, beneficiem-se com a transferência de tecnologia e com o comércio de carbono (MOREIRA; GIOMETTI, 2008).

Os países que se comprometem com formas de reduções, recebem uma compensação, que é o mercado de carbono, que se transforma em uma moeda que pode ser negociada, por entidades, de qualquer parte do mundo em mercado de capitais. E que funciona com o incentivo ao crescimento econômico, melhorias sociais e melhor qualidade do meio ambiente (DA SILVA et al, 2012).

Há dois tipos de mercados voltados à negociação de créditos de carbono: mercados em linha com o Protocolo de Kyoto, onde os créditos são negociados com o objetivo de facilitar o abatimento das metas de redução de emissões, estabelecidas pelo protocolo e mercados voluntários, no qual a negociação é relacionada ao abatimento de metas estabelecidas voluntariamente por empresas ou governos locais, fora do protocolo (BM&F, 2009). Desta forma, o mercado de carbono vem se consolidando como uma alternativa econômica para projetos em diversos países, contudo, ainda está em desenvolvimento pois depende da formação dessa base institucional e da redução das incertezas relacionadas a transação desse bem intangível (DA SILVA et al, 2012).

O uso de recursos ambientais gera externalidades. Estas podem afetar meios públicos ou privados, com vários ou poucos atores envolvidos (CASTRO; MOTTA,

2013). A poluição atmosférica, em especial a emissão de GEE, é um exemplo de externalidade negativa que atinge a todos independentemente da contribuição para os eventos de acúmulo dos gases na atmosfera (SEROA DA MOTTA, 2006).

A meta do desenvolvimento sustentável, desde a década de 70, possui grande destaque na sociedade humana e todos os setores sentem a influência dessa movimentação voltada para um estilo de vida mais equilibrado e condizente com o conceito de sustentabilidade. É neste cenário que as Instituições de Ensino Superior (IES) se destacam pela sua relevância e necessidade de ação, tendo como uma de suas competências a Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS) (UNESCO, 2014; ASSADOURIAN; PRUGH, 2013; CAEIRO et al, 2013; RAMOS; CAEIRO, 2010; FOUTO, 2002).

A proposta de adequação das IES está alinhada ao conceito de EDS, que demonstra o comprometimento das instituições de educação com a sustentabilidade em várias formas, sendo elas, na indispensável discussão, educação e pesquisa sobre o tema, nas atividades operacionais do campus, na gestão de programas voltados ao desenvolvimento sustentável envolvendo estudantes, professores, os demais funcionários da entidade e a comunidade externa à IES (CALDER; CLUGSTON, 2003; FOUTO, 2002).

Frente aos crescentes desafios ambientais, as IES possuem papel significativo, já que é um setor de rápido desenvolvimento e de compromissos éticos com a sociedade. Em geral essas instituições contribuem para a situação ambiental, demandam alto consumo de energia, produzem resíduos, além de colaborarem com as emissões dos gases de efeito estufa.

As IES podem ensinar e demonstrar os princípios de conscientização como aumentar as chances de ambientes limpos para o futuro (CREIGHTON, 1999). Porém poucas universidades e faculdades incentivam atitudes sustentáveis em todos os setores do campus. Alguns motivos incluem os custos associados para adotar iniciativas ecológicas e a falta de interesse de funcionários e estudantes (DAHLE; NEUMAYER, 2001).

Diante do exposto e dos poucos estudos sobre o potencial gerador de GEE de campus universitários e a contribuição dos mesmos para uma baixa economia de carbono, este trabalho realizou esta análise através da implementação de um projeto intitulado REGER (Redução da Geração dos Resíduos) que visou a quantificação dos resíduos gerados em um campus Universitário e sua conversão em créditos de carbono. Suprindo a lacuna existente entre o que é preconizado para implementação no âmbito industrial e empresarial, para o setor acadêmico.

## 2 | METODOLOGIA

Esta pesquisa se caracteriza, conforme o procedimento técnico, como um estudo de caso (YIN, 2015) e trata-se de uma busca empírica que estuda um fenômeno

dentro do seu contexto real, o qual se baseia em fontes de evidências, tais como, a documentação, os registros em arquivos, as entrevistas, a observação direta, a observação participante e os artefatos físicos para que beneficie o desenvolvimento das proposições teóricas conduzindo-as para a coleta e análise de dados.

Com o intuito de atender aos objetivos do presente estudo, foi realizada uma análise juntamente com o projeto REGER, a fim de coletar dados e informações primárias acerca das quantidades de resíduos que são gerados pela Universidade do Sagrado Coração (USC). A partir da coleta de dados e informações, e diante da realidade conhecida, propomos melhorias partindo de uma análise do gerenciamento de resíduos e inferimos a possibilidade de incluir uma instituição de ensino superior no mercado de carbono.

## 2.1 Local de estudo

O trabalho foi realizado na Universidade do Sagrado Coração (USC) na cidade de Bauru interior de São Paulo. O campus possui uma área 115.297,05 m<sup>2</sup>, conta com mais de 60 setores, laboratórios, biblioteca, auditórios, anfiteatros, clínicas, fazenda experimental. O estudo envolveu cerca de 7000 pessoas dentre elas alunos, funcionários e professores.

## 2.2 Equação de inventário

Há diferentes metodologias para estimar de maneira teórica a produção de gás metano em locais de deposição de resíduos sólidos, sendo que uma delas, conhecida como equação do inventário, envolve a estimativa da quantidade de carbono orgânico degradável presente no resíduo, calculando assim a quantidade de metano que pode ser gerada por determinada quantidade de resíduo disposto (MENDES; SOBRINHO, 2007).

Esta equação está descrita no manual da Força Tarefa em Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC) (IPCC, 1996).

Esse método foi utilizado para estimar a quantidade de carbono orgânico degradável que está presente no resíduo, e assim, a quantidade de metano que pode ser gerada por determinada quantidade de resíduo é calculada (NECKER; ROSA, 2013).

Com base nos resíduos gerados pela Universidade e utilizando a equação de inventário do IPCC com as devidas adaptações, foi determinada a quantidade de metano gerado em m<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>/ano (equação 1):

$$Q_{CH_4} = \frac{N_f \cdot Taxa_{RSS} \cdot RS_f \cdot L_0}{P_{CH_4}} \quad (1)$$

Sendo que:

$Q_{CH_4}$ : Metano gerado [m<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>/ano];

$N_i$ : Número de frequentadores do campus universitário (alunos, professores, funcionários);

$Taxa_{RSS}$ : Taxa de geração de resíduos sólidos por frequentador por ano (kg de RS/frequentador. Ano);

$RS_i$ : Taxa de resíduos sólidos coletados e dispostos no aterro (%);

$L_0$ : Potencial de geração de metano proveniente da degradação do resíduo [kg de  $CH_4$ /kg de RS];

$\rho_{CH_4}$ : Massa específica do metano [kg/ $m_3$ ].

O valor da massa específica do metano é 0,740 kg/ $m^3$  (CEGAS, 2005).

O potencial de geração de metano ( $L_0$ ) representa a produção total de metano ( $m_3$  de metano por tonelada de resíduo). O valor de  $L_0$  é estimado com base no conteúdo de carbono do resíduo, na fração de carbono biodegradável e num fator de conversão estequiométrico (MENDES; SOBRINHO, 2007). O valor  $L_0$  pode ser obtido através da equação (2):

$$L_0 = FCM \cdot COD \cdot COD_f \cdot F \cdot \left(\frac{16}{12}\right) \quad (2)$$

Sendo:

$L_0$ : Potencial de geração de metano proveniente da degradação do resíduo [kg de  $CH_4$ /kg de RS];

FCM: Fator de correção de metano [%];

COD: Carbono orgânico degradável [kg de C/kg de RS];

$COD_f$ : Fração de COD dissociada [%];

F: Fração de metano no biogás [%];

(16/12): Fator de conversão de carbono em metano [kg de  $CH_4$ /kg de C].

O Fator de Correção do Metano (FCM) varia em função do tipo de local onde o resíduo é depositado. O IPCC define categorias de locais: Aterros Inadequados, Aterros Controlados, Aterros Adequados e Sem Classificação e para cada uma das categorias o FCM exibe um valor diferente, como pode ser observado na tabela 1 (CETESB/SMA, 2003).

Tipo de local de disposição	FCM
Vazadouros a céu aberto (Lixão)	0,4
Aterro Controlado	0,8
Aterro Sanitário	1,0
Locais sem categoria	0,6

Tabela 1 - Valores para FCM.

Fonte: IPCC (1996).

O cálculo da quantidade de carbono orgânico degradável (COD) é fundamentado na composição do resíduo e na quantidade de carbono em cada componente de sua massa, segundo a equação 3 e seguindo ainda os valores da tabela 2:

Componente	Porcentagem COD (em massa)
A) Papel e papelão	40
B) Resíduos de parques e jardins	17
C) Restos de alimentos	15
D) Tecidos	40
E) Madeira*	30

Tabela 2 - Teor de carbono orgânico degradável para cada componente presente no resíduo.\*  
Excluindo a fração de lignina que se decompõe muito lentamente.

Fonte: BIRGEMER; CRUTZEN (1987).

$$COD = (0,40.A) + (0,17.B) + (0,15.C) + (0,40.D) + (0,30.E) \quad (3)$$

Onde:

COD: Carbono orgânico degradável [kg de C/kg de RS];

A: Fração de papel e papelão no resíduo;

B: Fração de resíduos originários de parques e jardins;

C: Fração de restos de alimentos no resíduo;

D: Fração de tecidos no resíduo;

E: Fração de madeira no resíduo.

Segundo Birgemer e Crutzen (1987) a fração dissociada de carbono orgânico degradável ( $COD_f$ ) corresponde a fração de carbono que é disponível para a decomposição bioquímica e varia em função da temperatura na zona anaeróbia do aterro sanitário. Adota que a temperatura na zona anaeróbia de um local de disposição de resíduos sólidos mantém-se constante por volta dos 35°C. Sendo calculada pela equação (4):

$$COD_f = 0,014.t + 0,28 \quad (4)$$

Sendo que:

$COD_f$ : Fração de COD dissociada [%];

T: Temperatura na zona anaeróbia [°C].

Através dos dados de quantificação e utilizando estas equações, foi feito o cálculo da quantidade de metano gerado por ano no Campus Universitário e em seguida o cálculo para a emissão de créditos de carbono. Segundo Meneguim (2012): “Um crédito de carbono equivale a uma tonelada de  $CO_2$  (dióxido de carbono) que deixou de ser emitido para a atmosfera. Aos outros gases reduzidos são emitidos créditos, utilizando-se uma tabela de equivalência entre cada um dos gases e o  $CO_2$ ”.

O metano ( $CH_4$ ), possui seu potencial de aquecimento global 21 vezes maior que o potencial do  $CO_2$ , então, 1 tonelada de metano reduzida ou retirada da atmosfera equivale a 21 créditos de carbono (FOGAÇA, 2017).



### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

O projeto REGER (Redução da Geração dos Resíduos) foi implementado no Campus da Universidade do Sagrado Coração no ano de 2016, e diagnosticou que não havia uma correta segregação dos resíduos gerados, desta forma todo o resíduo era destinado ao aterro sanitário. Foi feito do diagnóstico através da quantificação dos resíduos utilizado a pesagem do mesmo diariamente.

Após a etapa de quantificação e qualificação dos resíduos gerados, houve a capacitação da comunidade acadêmica (funcionários, professores e alunos) para o correto gerenciamento dos resíduos gerados, tal como a forma correta de separação e destinação dos mesmos. Desta forma, ficou estabelecido que os resíduos seriam a partir do ano de 2017 segregados em: Rejeitos, Recicláveis e Galhos/Folhas/Varição.

Novamente foi feita a etapa de quantificação através da pesagem dos resíduos gerados, Figura 1.

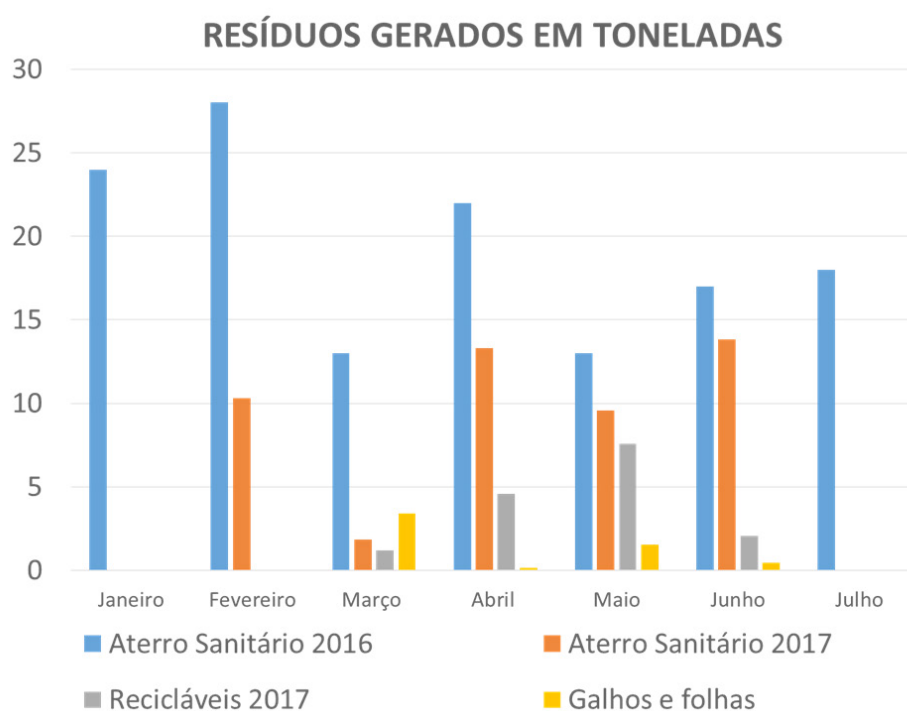


Figura1- Resíduos Gerados em toneladas, nos anos de 2016 e 2017, pela Universidade do Sagrado Coração.

Fonte: (REGER, 2017).

Como apresenta a figura 1, no ano de 2016 todos os resíduos gerados na universidade foram destinados aos aterros sanitários, já no ano de 2017 nem todos os resíduos foram destinados aos aterros, parte deles foi para reciclagem, visto que os resíduos de parques e jardins já são utilizados nos processos de compostagem na própria universidade.

Para o cálculo do Carbono Orgânico Degradável (COD), foram considerados os seguintes resíduos gerados nos últimos 6 meses (Janeiro a Junho de 2017):

- a. Fração de papel e papelão no resíduo (Recicláveis)

- b. Fração de resíduos originários de parques e jardins (Galhos/Folhas/Varricção)
- c. Fração de restos de alimentos no resíduo (Proporcional aos Rejeitos), visto que do total do resíduo produzido, 60% são referentes aos resíduos orgânicos (OLIVEIRA et al, 2005).

De acordo com a Figura 1, foram coletados um total de 50.26 toneladas de resíduos, sendo que deste total, aproximadamente 15 toneladas de recicláveis, 5 toneladas de galhos/folhas/varrição e 48 toneladas de rejeitos. E deste rejeito cerca de 30 toneladas eram correspondentes aos restos de alimentos.

Os demais compostos presentes nos resíduos não tiveram representação, devido ao estudo realizado por Santos (2011) que descreve que não é necessário dividir os resíduos entre os componentes específicos para a o método de estimativa apresentado pelo IPCC, portanto, através da equação 3 foi encontrado o seguinte COD para os resíduos gerados no campus universitário:

$$COD = (0,40 \cdot 0,306) + (0,17 \cdot 0,111) + (0,15 \cdot 0,583)$$

$$COD = 0,2287 \text{ Kg de C / Kg de Residuo}$$

Para o cálculo da fração dissociada do carbono degradável, foi considerado a temperatura como sendo 35°C, substituindo os valores na equação 4, encontra-se o  $COD_f$ .

$$COD_f = 0,014 \cdot (35) + 0,28$$

$$COD_f = 0,77$$

Para calcular o potencial de geração de metano proveniente da degradação do resíduo ( $L_0$ ) foi considerado no Fator de Correção de Metano, o valor de 0,8, visto que o aterro para o qual a universidade destina seus resíduos é classificado como aterro controlado. No valor de F, que é a fração de metano no biogás, adotou-se o valor de 0,5, que é um valor médio obtido, de acordo com Persson et al. (2006). Então substituindo-se os valores na equação 2 e tem-se que:

$$L_0 = FCM \cdot COD \cdot COD_f \cdot F \cdot \left(\frac{16}{12}\right)$$

$$L_0 = 0,8 \cdot 0,2287 \cdot 0,77 \cdot 0,5 \cdot \left(\frac{16}{12}\right)$$

$$L_0 = 0,0939 \text{ Kg de } CH_4 / \text{ Kg de Residuo}$$

Segundo dados do Inventário Nacional de Emissões de Metano pelo Manejo de Resíduos realizado pela Companhia Ambiental Do Estado De São Paulo (CETESB), a taxa de metano gerado nos resíduos sólidos domésticos é de 0,5 Kg/habitante/dia

(ALVES; VIEIRA, 1998).

Sendo assim, com a equação 1, a quantidade de metano gerada na análise dos resíduos do campus universitário no período de Janeiro a Junho de 2017 foi de:

$$Q_{CH_4} = \frac{N_f \cdot Taxa_{RSS} \cdot RS_f \cdot L_0}{P_{CH_4}}$$

$$Q_{CH_4} = \frac{5000 \cdot 20,104 \cdot 1 \cdot 0,0939}{0,740}$$

$$Q_{CH_4} = 12.755 \text{ m}^3 \text{ CH}_4 / \text{ano}$$

O metano ( $CH_4$ ), possui seu potencial de aquecimento global 21 vezes maior que o potencial do  $CO_2$ , então, 1 tonelada de metano reduzida ou retirada da atmosfera equivale a 21 créditos de carbono. Dessa forma, caso a Universidade em questão fosse participante do mercado de carbono a quantidade de créditos de carbono gerados seria de 267.855 créditos. No mercado europeu, os créditos de carbono são negociados por volta de US\$ 9,25 por tonelada. Portanto, 12.755 mil toneladas poderiam ser comercializadas por US\$ 117.983 mil dólares (MDIC, 2014).

Diante dos fatos apresentados, nota-se o potencial das Instituições de Ensino Superior de fazer parte do mercado de carbono, visto que possuem não só capacidade de gerenciar seus resíduos, como responsabilidade no que tange aspectos relacionados ao meio ambiente, podendo desta forma ser um agente de transformação na sociedade, gerando ideias e ações que busquem resolver ou minimizar o impacto gerado pelos gases de efeito estufa.

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A busca do desenvolvimento sustentável despertou a necessidade do gerenciamento dos resíduos produzidos por um campus universitário. E, apesar do mercado de créditos de carbono estar disponível para diversas instituições, não é algo comum em Instituições de Ensino Superior (IES). E há poucos estudos demonstrando de fato a viabilidade da implementação do gerenciamento dos resíduos com o foco nos créditos de carbono.

Para uma IES, as implantações dessas ações podem gerar boas impressões, incentivar a prática de sustentabilidade, sendo um exemplo para estudantes e funcionários conscientizando e demonstrando a gestão ambiental, a prevenção da degradação ambiental, além de cumprir as metas de reduções de emissão dos Gases de Efeito Estufa (GEEs).

Sob essa perspectiva este estudo analisou esse potencial através da estimativa

de geração de metano nos processos de envio dos resíduos para o aterro controlado. Os resultados mostraram que é possível reduzir a quantidade de resíduos enviados aos aterros através da implementação de ações de educação ambiental e com isso reduzir a emissão de gases de efeito estufa e ainda vislumbrar o mercado de créditos de carbono.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, J. W. S.; VIEIRA, S. M. M. **Inventário Nacional de emissões de metano pelo manejo de resíduos**. CETESB, São Paulo, 1998.
- ANDREASSI, T.; PIAZZA, M. C.; MELO, P. L. R. **Créditos de carbono: oportunidades e desafios para instituições brasileiras**. Revista Eletrônica de Administração. 67 ed, v. 16, n. 3, p. 636-659, 2010.
- ASSADOURIAN, E., PRUGH, T. **State of the World 2013: Is sustainability still possible?**. Worldwatch Institute and Island Press, 2013, 464 pp.
- BIRGEMER, H. G. e CRUTZEN, P. J. **The production of methane from solid waste**. Journal of geophysical research, v. 92, n. D2, p. 2181 – 2187, 1987.
- BM&F. **O Mercado Brasileiro de Reduções de Emissões**. Bolsa de Mercadorias e de Futuros, 2009. Disponível em: <[www.bmf.com.br/portal/pages/gts/gts.asp](http://www.bmf.com.br/portal/pages/gts/gts.asp)>. Acesso 20 jun. 2017.
- CAEIRO, S. a et al. **Sustainability assessment tools in higher education institutions: mapping trends and good practices around the world**. Springer International Publishing, 2013.
- CALDER, W.; CLUGSTON, R. **Progress Towards Sustainability in Higher Education**. Environmental Law Institute, ELR News & Analysis, Washington, 2003. Disponível em: <[http://ulsf.org/pdf/dernbach\\_chapter\\_short.pdf](http://ulsf.org/pdf/dernbach_chapter_short.pdf)>. Acessado em 23 jun. 2017.
- CASTRO, L. M.; MOTTA, R. S. **Mercado de Carbono no Brasil: analisando efeitos de eficiência e distributivos**. Revista Paranaense de Desenvolvimento, Curitiba, v. 34, n. 125, p. 57-78, 2013.
- CEGAS – **Companhia de Gás do Ceará**. Site: <[www.cegas.com.br/gasna](http://www.cegas.com.br/gasna)>. Acesso em: 26 jun. 2017.
- CETESB/SMA - **Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental & SMA-SP – Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo**. Relatório técnico n.º 2 do convênio SMA/MCT n.º 01.0052.00/2001 - aterros, São Paulo, SP, 2003. 349 p.
- CREIGHTON, S.H. **Greening the Ivory Tower. Improving the Environmental Track Record of Universities, Colleges, and Other Institutions**, MIT Press, Cambridge, MA, 1999.
- DAHLE, M.; NEUMAYER, E. **Overcoming barriers to campus greening: A survey among higher educational institutions in London, UK**. International Journal of Sustainability in Higher Education, Vol. 2 Issue: 2, p.139-160, 2001.
- DA SILVA C. L. R. F.; JUNIOR, W. R. F.; BASSETO, L. I. **Mercado de carbono e instituições: oportunidades na busca por um novo modelo de desenvolvimento**. Interciencia, v. 37, n. 1, p. 08-13, Caracas, 2012.
- FOGAÇA, J. R. V. **Créditos de Carbono**. Disponível em: <<http://alunosonline.uol.com.br/quimica/creditos-carbono.html#>> Acessado em: 22 jun. 2017.

FOUTO, A. R. F. **O papel das universidades rumo ao desenvolvimento sustentável: das relações internacionais às práticas locais**. Dissertação (Mestrado em Gestão e Políticas Ambientais Relações Internacionais do Ambiente) – Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2002.

IPCC – **Intergovernmental Panel on Climate Change, Guidelines for Greenhouse Gas inventory: reference Manual, revised, Chapter 6, Waste**, 1996.

MENDES, L. G. G.; SOBRINHO, P. M. **Comparação entre métodos de estimativa de geração de biogás em aterro sanitário**. Revista Biociência, v. 13, n. 3-4, p.134-142, Taubaté, 2007.

MENEGUIN, F. **O que é o mercado de carbono e como ele opera no Brasil?** Disponível em: <<http://www.brasil-economia-governo.org.br/2012/08/13/o-que-e-o-mercado-de-carbono-e-como-ele-opera-no-brasil/>>. Acesso em 29 jun. 2017.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR (MDIC). **Mercado brasileiro de reduções de emissões**, jun. 2014. Disponível em: <<http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivo/ascom/imprensa/20041202MBREFinal.p df>> Acesso em: 29 jun. 2017.

MOREIRA, H. M.; GIOMETTI, A. B. R. **O Protocolo de Quioto e as Possibilidades de Inserção do Brasil no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo por meio de Projetos em Energia Limpa**. Contexto Internacional, v. 30, n. 1, p. 9-47, 2008.

NECKER, H. S.; ROSA, A. L. D. **Estimativa teórica da geração de biogás do futuro do aterro sanitário de Ji-Paraná-RO**. Revista do Centro do Ciências Naturais e Exatas - UFSM, Santa Maria e Revista Eletronica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental – REGET, v. 17, n. 17, p.3416-3424, 2013.

OLIVEIRA, A.M.G.; AQUINI, A.M. **Compostagem Caseira de Lixo Orgânico Doméstico**. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Circular Técnica, 76. 2005.

PERSSON, M., JÖNSSON, O., WELLINGER, A. **Biogas upgrading to vehicle**, 2006.

RAMOS, T. B.; CAEIRO, S. **Meta-performance evaluation of sustainability indicators**. Ecological Indicators, v. 10, n. 2, p. 157-166, 2010.

SANTOS, L. R. **Caracterização Física Dos Resíduos Sólidos Urbanos Do Município De Ji-Paraná – Rondônia**. Trabalho de Conclusão de Curso, Ji-Paraná, Rondônia, 2011. UNIR.

SEROA DA MOTTA, R. **Economia ambiental**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006.

UNESCO **A UN Decade in Education for Sustainable Development: The Third Global Monitoring and Evaluation Report**. Paris, UNESCO, 2014.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 212 p.

## USO DE FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA PARA SECAGEM E CONSERVAÇÃO DE GRÃOS

### **Mayra Cristina Silva Santos**

Universidade Federal de Ouro Preto  
Ouro Preto – Minas Gerais

### **Mayara Fernanda Silva e Santos**

Universidade Federal de Ouro Preto  
Ouro Preto – Minas Gerais

### **Karine Paola Paixão dos Santos**

Universidade Federal de São João Del Rei  
Ouro Branco – Minas Gerais

### **Maria Amélia Pereira**

Universidade Federal de Ouro Preto  
Ouro Preto – Minas Gerais

### **Edson Antônio Gonçalves de Souza**

Universidade Federal de Ouro Preto  
Ouro Preto – Minas Gerais

**RESUMO:** Com a globalização, a queima de combustíveis fósseis vem sendo realizada em grande escala. Em virtude disso, torna-se necessário o uso de fontes alternativas de energia para reduzir a emissão de poluentes causadores do efeito estufa. A energia solar, por ser renovável, se destaca como uma fonte de energia alternativa, podendo ser empregada na secagem de grãos substituindo as fontes já utilizadas que causam impactos ambientais. Nesse sentido, o presente estudo buscou analisar o processo de secagem de grãos de milho em um secador de leito fixo utilizando

as energias solares térmica e fotovoltaica como fontes de energia, por meio do projeto e da análise de viabilidade da implantação do sistema solar no processo de secagem. Com base nos resultados obtidos, foi constatado que o sistema não é viável, considerando pequenos produtores.

**PALAVRAS-CHAVE:** energias renováveis; energia solar; secagem de grãos de milho.

**ABSTRACT:** With the globalization, the burning of fossil fuels have significantly risen over the last years. In view of that, the use of alternative energy sources has become one way to reduce the emission of greenhouse gases. The solar energy, since it is renewable, it is considered as an alternative energy source, moreover it can be used for the grain drying process, replacing the energy sources that cause environmental problems. In such context, the objective of this research is to analyse the corn grains drying process through a fixed-bed dryer, using solar thermal and photovoltaic energy as sources of energy. Through the project and feasibility analysis of the solar system implantation of the drying process. Based on the results obtained, it appeared that this system is not feasible, taken into consideration small producers.

**KEYWORDS:** renewable energy; solar energy; corn grains drying process.

## 1 | INTRODUÇÃO

Com o advento da questão da sustentabilidade, faz-se necessário que o desenvolvimento econômico seja realizado de forma que se interfira o mínimo possível no ecossistema. Dessa forma, o uso de energias renováveis se apresenta como uma alternativa para manutenção dos recursos naturais.

Segundo Moraes Junior (2012), recursos renováveis são aqueles disponíveis, pela natureza, a uma taxa igual ou maior à taxa em que são consumidos. As energias renováveis são oriundas de recursos naturais que são capazes de se regenerar, como sol e vento, e são a melhor alternativa para diminuir o uso de combustíveis fósseis e minimizar os danos causados por eles.

As energias renováveis podem ser empregadas em diversas áreas, como no setor agrícola. Neste setor, a produção de grãos se destaca como um dos principais ramos, englobando várias etapas - desde o plantio, passando pela secagem, até o armazenamento.

Etapa fundamental do processo de produção, a secagem representa um consumo de cerca de 15% da energia total da etapa de pós-colheita. A secagem de grãos consiste na remoção de parcela da água neles contida, visando sua conservação para o consumo e/ou armazenagem (COSTA, 2008). Para a realização da secagem, utiliza-se predominantemente a lenha como combustível. Porém, a queima da lenha para produção de energia contribui com o agravamento do efeito estufa, causador do aquecimento global.

Assim, de forma a minimizar o impacto ambiental causado pela queima do combustível realizada nas secagens convencionais e visando reduzir custos de implementação e de operação, propõe-se o emprego de energias renováveis no processo de secagem de grãos.

O presente trabalho tem como objeto de estudo a secagem de grãos de milho, um dos grãos mais cultivados no mundo, utilizando energias renováveis. Para a realização da secagem, a energia térmica será utilizada para aquecer o ar de secagem e a energia fotovoltaica será fonte de energia elétrica.

## 2 | REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Energia térmica

A energia térmica aproveita, sob forma de calor e por meio do processo termodinâmico, a energia solar para aquecimento de água, geração de energia elétrica e secagem de produtos agropecuários (VANNI, 2008).

A energia solar é captada por coletores ou por concentradores solares, que através de processos térmicos, é transformada em calor.

O coletor solar plano, muito utilizado na secagem de grãos a baixas temperaturas,



recebe a energia oriunda do sol e a transforma em energia térmica. Segundo Rosa (2012), um coletor é constituído por uma caixa que possui em seu interior tubos, geralmente feitos de cobre, por onde circulam o fluido. As aletas de captação são responsáveis pela absorção da energia solar e por convertê-la em energia térmica, transmitindo-a ao fluido por meio dos tubos, e são revestidas de escuro para a maior absorção da radiação solar incidente. Sua cobertura é transparente para minimizar interferências na passagem dos raios solares. A Figura 2.1 exibe um coletor plano fechado e seus principais componentes.

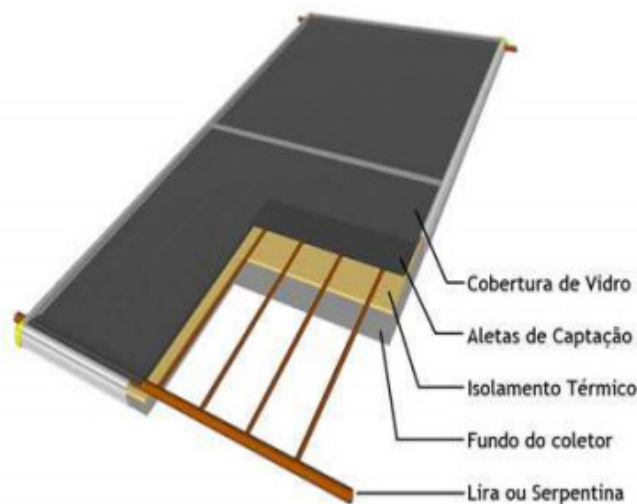


Figura 2.1 - Coletor solar plano fechado

Fonte: Garcia (2014)

## 2.2 Energia fotovoltaica

A energia solar pode ser convertida em energia elétrica através da absorção da luz por uma superfície semicondutora, fato que ficou conhecido como efeito fotovoltaico. Esse efeito, descrito por Edmond Becquerel em 1839, consiste no aparecimento de uma diferença de potencial nos extremos de um material semicondutor devido à absorção da luz (CRESESB, 2006). A energia dos fótons presentes na luz solar é transferida para os elétrons, que então podem se movimentar, gerando a energia elétrica. Os fótons são convertidos em energia elétrica através das células solares. Se combinadas com uma bateria, essa energia pode ser armazenada.

Uma célula fotovoltaica muito utilizada, fabricada em Silício é mostrada na Figura 2.2.

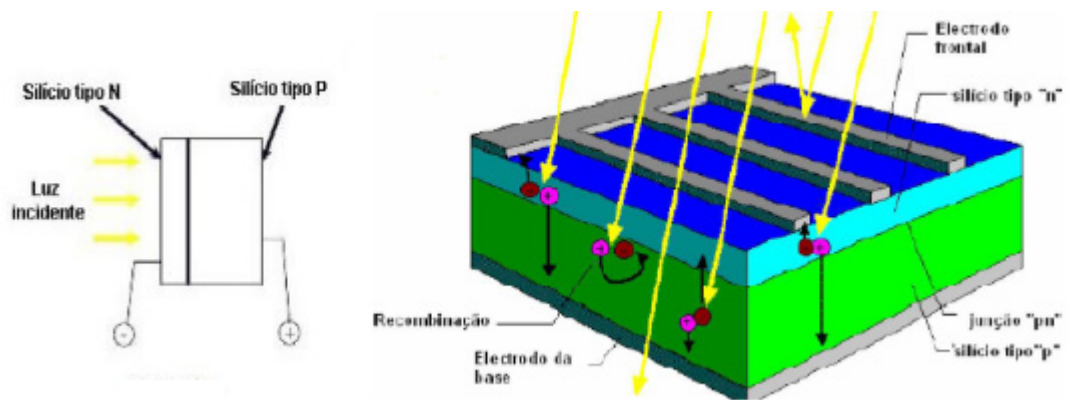


Figura 2.2 – Esquema e vista em corte de uma célula fotovoltaica

Fonte: Subida (2015)

### 2.3 Secagem de grãos

Segundo Silva et al. (2000), a secagem é uma etapa de pré-processamento de grãos em que ocorre a transferência simultânea de calor e massa (umidade) entre o ar de secagem e o grão, visando a remoção de parte da água contida nele.

A secagem pode ser feita de forma natural ou artificial. Na secagem natural, o produto é disperso na planta de secagem. Já a secagem artificial é realizada em secadores mecânicos, onde o ar aquecido é impulsionado por ventiladores.

Um secador amplamente usado para sistemas de secagem é o de leito fixo. Nele, os grãos são colocados em uma coluna de secagem, que pode ser construída de chapas metálicas, madeira ou alvenaria, em que o ventilador promove a passagem do ar quente, proveniente da fornalha, pela massa de grãos (PORTELLA E EICHELBERGER, 2001). Nos secadores em que a camada de grãos permanece estática, recomenda-se que o revolvimento dos grãos seja feito a cada três horas, para que eles sequem uniformemente. Para evitar esse tipo de trabalho manual, são comercializados secadores com um sistema mecânico para fazer o revolvimento, conforme a Figura 2.3.

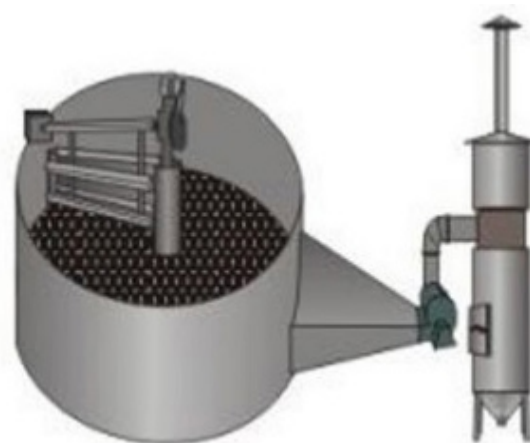


Figura 2.3 - Secador de leito fixo

Fonte: Poldryer Indústria e Comércio de Máquinas Ltda (2017)

Para que seja realizado o aproveitamento da energia solar na secagem de grãos, recomenda-se que seja adotado o sistema de secagem a baixa temperatura, em que a temperatura do ar de secagem é superior em até 10°C que a temperatura ambiente, devido à menor quantidade de energia consumida.

### 3 | METODOLOGIA

Este estudo objetiva analisar a implementação de um sistema solar como fonte de energia para secagem de grãos de milho, considerando dados da cidade de Ouro Preto - MG. Para tanto, foram desenvolvidas as seguintes atividades:

- Levantamento bibliográfico: buscou-se realizar um levantamento bibliográfico acerca dos temas abordados;
- Cálculo das variáveis: determinou-se as variáveis que influenciam na secagem de grãos de milho, e a partir delas, calculou-se o tempo de secagem;
- Análise energética: estimou-se o total de energia necessário à realização do processo;
- Dimensionamento dos sistemas solares: calculou-se a área do coletor solar e definiu-se o painel fotovoltaico;
- Avaliação dos resultados: avaliou-se os resultados comparando o investimento total no sistema com o valor que seria pago à concessionária local (CEMIG) se fosse utilizada sua energia. A partir disso, verificou-se a viabilidade do sistema proposto.

### 4 | DESENVOLVIMENTO

Para o desenvolvimento deste trabalho considerou-se o protótipo do silo desenvolvido por Monteiro (2002), conforme a Figura 4.1, formado por dois tambores de metal unidos por solda, cada um possui aproximadamente 0,83 m de altura e 0,57 m de diâmetro. O fundo é constituído por uma placa metálica perfurada, na lateral há um orifício com tampa por onde os grãos serão recolhidos, e o topo é aberto. A capacidade total do silo é de 0,42 m<sup>3</sup>.

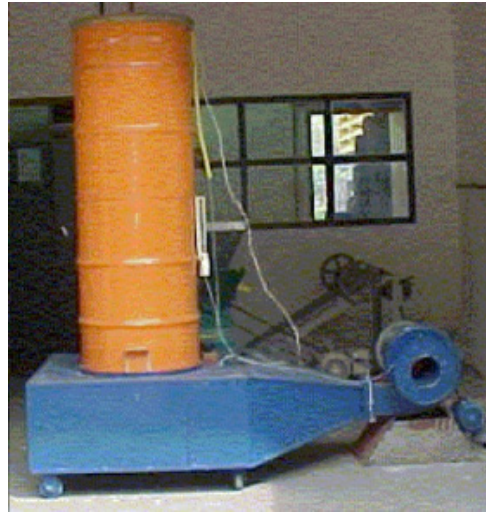
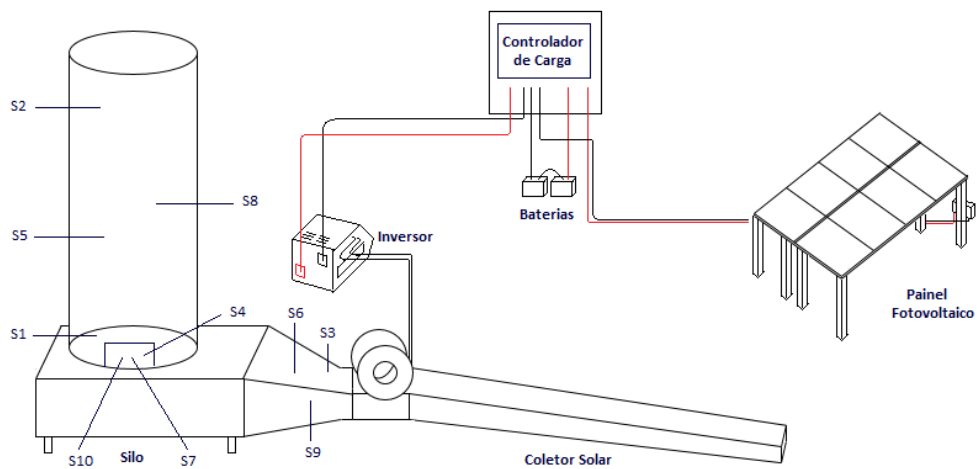


Figura 4.1 - Silo protótipo

Fonte: Monteiro (2002)

Como o objetivo do presente trabalho é a utilização de energias renováveis na secagem de grãos de milho, foram necessárias algumas adaptações no silo. Propôs-se então a inclusão de um coletor solar, de um painel fotovoltaico, de um inversor, de um controlador de carga e de um banco de baterias.

A Figura 4.2 apresenta o secador de grãos proposto neste trabalho.



- S1 – Sensor de nível – camada mínima
- S2 – Sensor de nível – camada máxima
- S3 – Sensor de umidade – ar de entrada
- S4 – Sensor de umidade – ar de saída
- S5 – Sensor de umidade – produto
- S6 – Sensor de temperatura – ar de entrada
- S7 – Sensor de temperatura – ar de saída
- S8 – Sensor de temperatura – produto
- S9 – Sensor de vazão – ar de entrada
- S10 – Sensor de vazão – ar de saída

Figura 4.2 - Secador de grãos proposto

Fonte: Elaborado pelos autores

## 4.1 Seleção e cálculo de variáveis

Nesta seção, são definidas e calculadas variáveis cruciais para a realização do processo de secagem. Com relação ao dimensionamento, o sistema será projetado para operar em sua capacidade máxima.

De acordo com Silva et al. (2000), o teor de umidade ótimo para colheita do milho varia entre 20 e 22% b.u. Como o objetivo é minimizar o gasto de energia, adotou-se que o milho deve ser colhido quando o seu teor de umidade for igual a 20% b.u.

Ao término do processo, espera-se que o teor de umidade dos grãos de milho seja de aproximadamente 14% b.u.

Para a Embrapa (2011), na secagem do milho em baixa temperatura o fluxo de ar de secagem deve ser de 1,0 a 10 m<sup>3</sup>/min.t. Como o sistema está sendo projetado considerando a capacidade máxima, adotou-se o fluxo de ar de 10 m<sup>3</sup>/min.t.

Visto que a capacidade do silo é de 0,42 m<sup>3</sup> e que o peso específico do milho é 750 kg/m<sup>3</sup>, podem ser carregados 315 kg do produto. Propõe-se que a quantidade de milho a ser seca seja de 270 kg, que enche o silo até 1,44 m e ocupa um volume de 0,36 m<sup>3</sup>.

Para o cálculo do tempo de secagem foi utilizado o método balanço de energia entre os grãos e ar, descrito por Silva et al. (2000). Para tanto, considerou-se o aquecimento do ar devido ao atrito nas pás do ventilador 1 °C (SILVA et al., 2000); a temperatura do ar ambiente T = 17°C, segundo a Prefeitura Municipal de Ouro Preto; a umidade relativa (H) 80% (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, 2017) e o calor específico do ar (C<sub>a</sub>) igual a 0,24 cal/g°C. A massa específica do milho (d) = 685,94 kg/m<sup>3</sup> foi obtida por meio de uma interpolação da Tabela 3 - Massa específica granular, em kg.m<sup>-3</sup>, de algumas espécies de grãos, de Silva et al. (2000).

Para determinar o aumento na temperatura que o sistema de aquecimento do ar deve proporcionar, utilizou-se a Tabela 4.1, que indica o teor de umidade de equilíbrio dos grãos em função da umidade relativa e da temperatura do ar de secagem.

Temperatura. °C	Umidade relativa (%)						
	50	55	60	65	70	75	80
16	11,6	12,4	13,3	14,2	15,0	16,0	17,1
18	11,5	12,3	13,1	13,9	14,8	15,8	16,9
20	11,3	12,1	12,9	13,7	14,6	15,6	16,7
22	11,2	11,9	12,7	13,6	14,4	15,4	16,5
24	11,0	11,8	12,4	13,4	14,3	15,2	16,3
26	10,9	11,6	12,3	13,2	14,2	15,0	16,1
28	10,7	11,5	12,1	13,1	13,9	14,9	15,9
30	10,6	11,3	12,0	12,9	13,8	14,7	15,7
32	10,5	11,2	11,8	12,8	13,6	14,5	15,5
34	10,4	11,1	11,7	12,6	13,4	14,4	15,4

Tabela 4.1 - Umidades de equilíbrio do milho, % b.u., em função da temperatura e umidade relativa do ar de secagem

Pela Tabela 4.1, e considerando as condições acima mencionadas, tem-se que o teor de umidade dos grãos de milho é de 17% b.u.

Levando em conta o aquecimento do ar causado pelo ventilador (1 °C), obteve-se, por meio do gráfico psicrométrico exibido na Figura 4.3, a umidade relativa do ar de 75%. Tendo a temperatura (18 °C) e a umidade relativa (75%), o teor de umidade dos grãos é de 15,8% b.u., de acordo com a Tabela 4.1, valor ainda superior ao desejado (14% b.u.). Dessa forma, aumentando-se a temperatura em 2 °C e obtendo sua umidade relativa (65%), observa-se que o teor de umidade dos grãos cai para 13,7% b.u. Portanto, conclui-se que o sistema de aquecimento deve aquecer o ar de secagem em 2 °C.

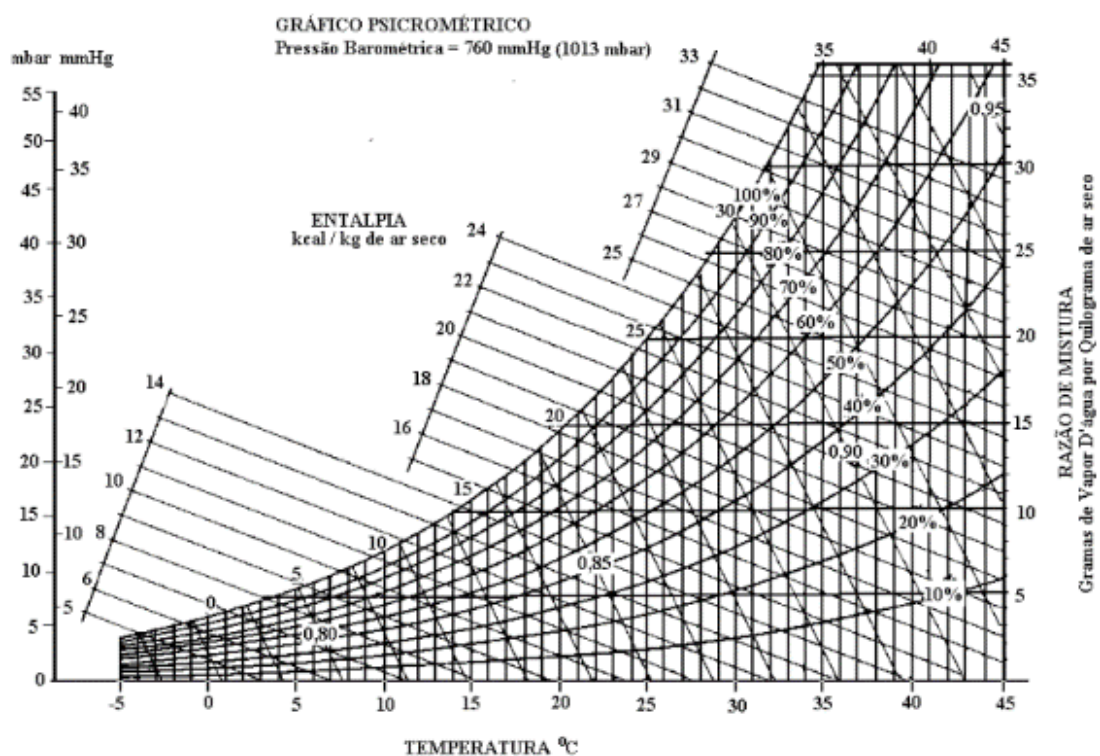


Figura 4.3 – Gráfico psicrométrico

Fonte: Adaptado de Silva et al. (2000)

Com base nesses dados, o cálculo das variáveis necessárias ao processo foi feito a partir das equações mostradas na tabela 4.2.



Grandeza	Fórmula	Identificação
Vazão do ar de secagem	$(Q) = \text{fluxo de ar (m}^3/\text{min.t)} \times \text{Mu (t)}$	(1)
Massa úmida	$\text{Mu} = \text{massa específica do produto (t/m}^3) \times \text{volume de grãos dentro do silo (m}^3)$	(2)
Teor de umidade de equilíbrio (para 52% < UR < 100%)	$U_e = 21,2198 \exp(0,0146 \times UR) / [\ln(9 \times T / 5 + 32)]$	(3)
Transformação de base seca para base úmida	$U' = [U / (100 - U)] \times 100$	(4)
Calor latente de vaporização	$h_v = (606 - 0,57 \times T) \times [1 + 4,35 \times \exp(-28,25 \times U_{\text{umido}})]$	(5)
Quantidade de matéria seca	$MS = (1 - \text{teor de umidade b.u., em decimal}) \times \text{Mu}$	(6)
Tempo de secagem	$60 \times (Q/v) \times C_a \times (T_a - T_e) \times t = h_v \times MS \times (U_i - U_e)$	(7)
Densidade do fluxo de ar	$DFA = Q / A$	(8)
Potência térmica	$P = \dot{M} \cdot C_p \cdot \Delta T$	(9)
Diferença de pressão do ventilador	$\Delta p = \Delta P \times h \times Fe$	(10)
Potência elétrica	$P_{el} = \frac{\dot{Q} \cdot \Delta p}{\eta}$	(11)

Tabela 4.2 – Fórmulas utilizadas para o cálculo das variáveis

Fonte: Elaborado pelos autores

A vazão do ar de secagem, obtida por meio da equação (1), foi de 2,5 m<sup>3</sup>/min.

A determinação das propriedades psicrométricas do ar foi feita com o auxílio do gráfico psicrométrico exibido na Figura 4.4, tendo como base o ponto de estado, determinado pela temperatura do ar de secagem (20 °C) e sua umidade relativa (65%).

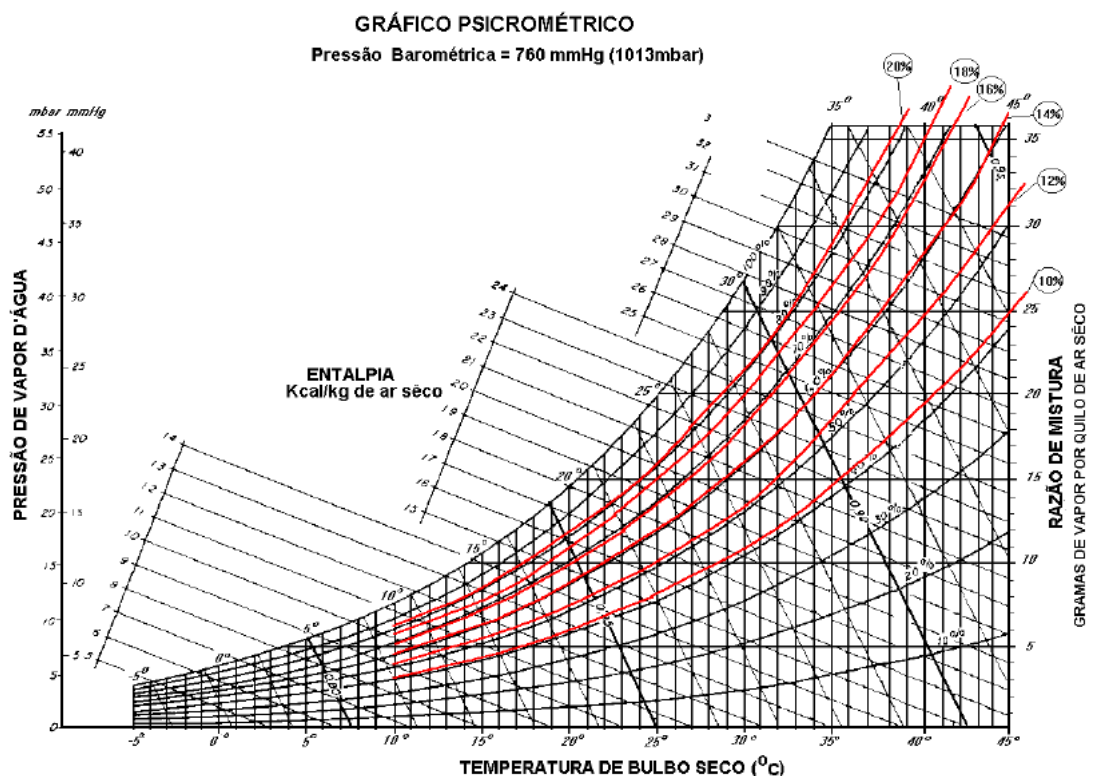




Figura 4.4 - Gráfico psicrométrico com curvas de  $U_e$  para o milho e determinação das propriedades psicrométricas do ar de secagem

Fonte: Adaptado de Silva et al. (2000)

Pelo gráfico apresentado Figura 4.4, obteve-se a temperatura de equilíbrio de 18 °C e o volume específico ( $v$ ) de 0,843 m<sup>3</sup>/kg.

Calculando-se o teor de umidade de equilíbrio através da equação (3), obteve-se 12,99% b.u.

Transformando a umidade inicial do milho e a umidade de equilíbrio para b.s. através da equação (4), tem-se que  $U_i = 0,25$  b.s. e  $U_e = 0,15$  b.s. Assim,  $U_{\text{emédio}} = (U_e + U_i) / 2 = 0,20$  b.s.

O calor latente de vaporização, encontrado pela equação (5), foi de 603,70 kcal/kg.

A quantidade de matéria seca encontrada pela resolução da equação (6), é de 0,2 t, que equivale a 200 kg.

Assim, de posse das variáveis necessárias, o tempo de secagem foi calculado a partir da equação (7), resultando em 141,36 horas, correspondente a 5,89 dias.

Por fim, calculou-se as energias térmica e elétrica necessárias ao processo. Como o sistema será projetado para capacidade máxima, levando em conta as condições mais desfavoráveis, para os cálculos do dimensionamento considerou-se que o ar de secagem foi aquecido 10 °C acima da temperatura ambiente.

A potência térmica foi determinada pela equação (9), e obteve-se que a potência necessária para aquecer o ar de secagem foi 502,4 W.

Já para o cálculo da potência elétrica para ventilação, calculou-se a densidade do fluxo de ar (DFA), dada pela equação (8), em que obteve-se 10 m<sup>3</sup>/min.m<sup>2</sup>.

A partir da DFA encontrada, obteve-se a pressão estática  $\Delta P$  de 40 mmca/m, por meio do gráfico de Shedd apresentado na Figura 4.5.

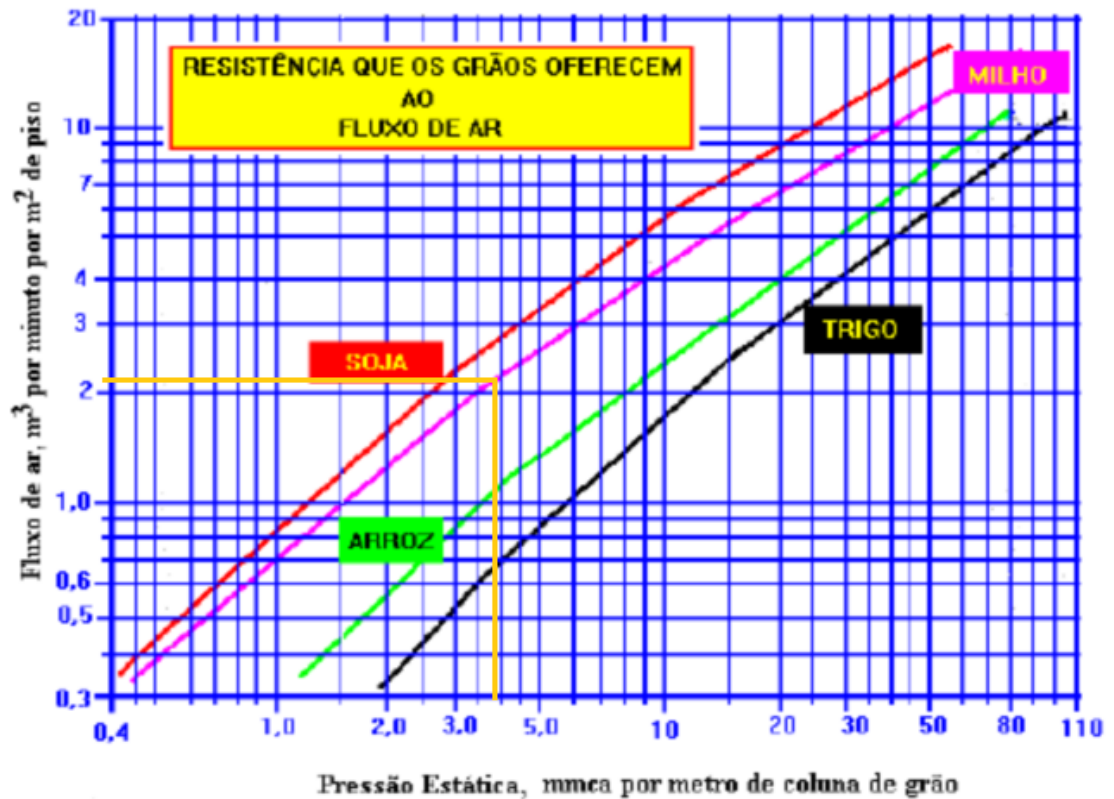


Figura 4.5 - Gráfico de Shedd

Fonte: Fonte: Braz (2017)

Para o cálculo da diferença de pressão do ventilador, considerou-se o sistema com eficiência de 70% e a perda de carga total de aproximadamente 30% (MILMAN, 2002). Resolvendo-se a equação (10), obteve-se 86,32 mmca, equivalente a 846,49 Pa.

Por fim, a potência do ventilador foi calculada com o auxílio da equação (11). Considerando o rendimento do conjunto motor ventilador como 75%, tem-se a potência elétrica necessária à ventilação de 45,15 W.

#### 4.2 Projeto do sistema solar como fonte de energia para secagem de grãos

O sistema será composto por um coletor solar, responsável pelo aquecimento do ar de secagem; uma placa fotovoltaica para a captação da energia solar; baterias, que armazenam energia quando esta não estiver sendo usada diretamente; um controlador de carga, que controla o uso da energia fotovoltaica à carga das baterias, protegendo-as de descargas e sobrecargas excessivas; e por fim, um inversor de potência, que transforma a corrente contínua gerada em corrente alternada. As fórmulas necessárias aos cálculos das grandezas são exibidas na tabela 4.3 a seguir.

Grandeza	Fórmula	Identificação
Área do coletor	$S = \frac{P}{\eta \cdot Ec}$	(12)
Potência das placas	$P_{tot} = \text{Consumo diário} / \text{índice solarimétrico} / \text{eficiência}$	(13)
Controlador de Carga	$I_c = P / V$	(14)
Bateria	$B = (I_c \times \text{horas de insolação diária}) / \text{descarga}$	(15)
Potência de pico do sistema	$P_p = \text{consumo diário} / \text{média de insolação diária}$	(16)

Tabela 4.3 – Fórmulas utilizadas no projeto do sistema solar

Fonte: Elaborado pelos autores

#### 4.2.1 Projeto do sistema de aquecimento do ar

Para determinar a área do coletor necessária, de forma a obter o devido aquecimento do ar, utilizou-se a fórmula (12). Segundo Tiba e Reis (2016), a média anual de radiação solar global em Ouro Preto é de 4,7 kWh/m<sup>2</sup>.dia, equivalente a 195,83 W/m<sup>2</sup>. De acordo com Transsen (2012), o rendimento de um coletor solar do tipo considerado é de 79,1%. Logo, a área do coletor deve ser de 3,2 m<sup>2</sup>. Portanto, deve-se utilizar dois coletores solares de 2 m<sup>2</sup> cada.

Sua instalação deve ser feita conforme a Figura 4.6, de modo que o coletor esteja voltado para o norte geográfico, para que no inverno, ponto crítico de funcionamento do sistema solar, a irradiação solar possa ser melhor aproveitada.

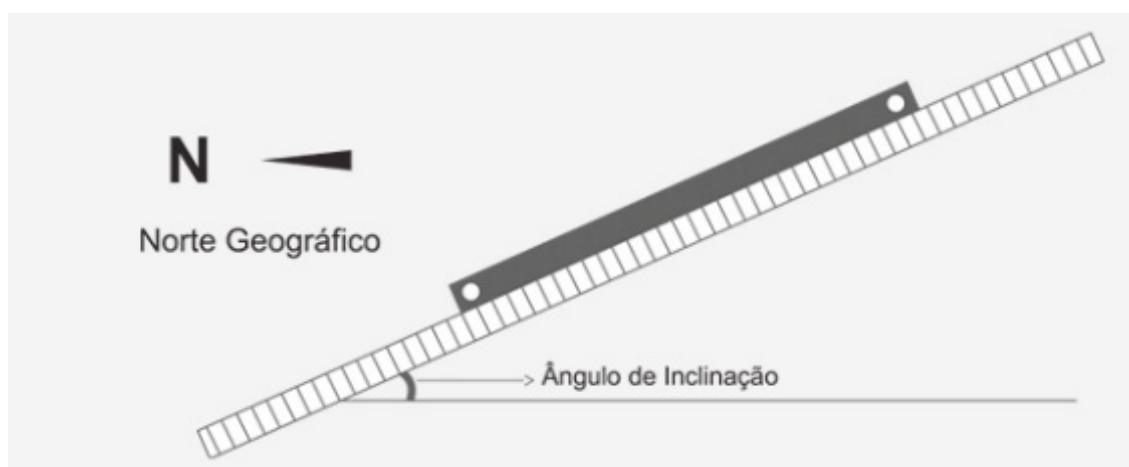


Figura 4.6 - Instalação de um coletor solar

Fonte: Kisoltec Aquecedor Solar (2017)

O ângulo de inclinação recomendável é definido como a latitude da região onde o coletor será instalado acrescida de 10 °C. Como a latitude de Ouro Preto é de 20°, o ângulo de inclinação deve ser 30°.

#### 4.2.2 Projeto do sistema fotovoltaico

Para o dimensionamento do painel fotovoltaico, primeiro deve ser definido se o sistema de ventilação é de uso contínuo. Segundo Silva et al. (2000), quando a umidade do milho se torna inferior a 16% b.u. e a umidade relativa do ar é de 75%, o ventilador deve permanecer ligado até o final da secagem, resultando em um consumo de  $45,15 \text{ W} \times 141,36 \text{ h} = 6382,40 \text{ Wh}$ .

Dividindo o consumo do processo (6382,40 Wh) pela sua duração em dias (5,89), tem-se que o consumo diário é de 1083,6 Wh/dia.

Considerando o índice solarimétrico  $4,7 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{dia}$ , e a eficiência padrão de um projeto fotovoltaico 83% devido às perdas na geração e transmissão de potência, calculou-se a potência necessária as placas utilizando-se a equação (13), em que obteve-se a potência 277,77 W.

Portanto, o painel fotovoltaico deve produzir uma potência de 300 W. Considerando que o sistema opera a 24 V, deve-se então associar as placas fotovoltaicas de 12 V em série. Sendo assim, deve-se utilizar duas placas solares fotovoltaicas de 150 W cada.

No que diz respeito ao controlador de carga, sua capacidade deve superar a corrente dos painéis. Considerando o sistema funcionando em 24 V, sua corrente foi calculada pela equação (14), resultando em 12,5 A. Assim, deve-se utilizar um controlador de 15 A.

No projeto do banco de baterias, recomenda-se utilizar baterias que operam com 50% de profundidade de descarga, que proporcionam aumento de sua vida útil em até duas vezes. Para o cálculo da bateria utilizou-se a equação (15), considerando a média anual de insolação diária em Ouro Preto de 6 horas (TIBA, 2000), resultando em 150 Ah. A autonomia do sistema está diretamente relacionada com o número de baterias: quanto maior o número de baterias, maior a autonomia. Dessa forma, deve-se usar 2 baterias de 75 Ah/12 V associadas em série para obter a tensão de 24 V.

Para o projeto do inversor, é recomendado que sua potência esteja 10% acima da potência de pico do sistema, que é obtida pela equação (16), resultando em 198,66 W. Portanto, deve-se utilizar um inversor de 200W.

## 5 | ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para a avaliação da viabilidade de implantação do sistema solar em um secador de grãos, estipulou-se como 10 anos o prazo para análise de retorno do investimento e então estimou-se o investimento da implantação. A Tabela 5.1 apresenta a relação dos equipamentos utilizados e seus custos. O preço dos equipamentos básicos exibido na tabela é uma média dos valores encontrados no mercado. Os acessórios necessários à instalação são: cabos, disjuntores, conectores e sistema de fixação, e seu preço foi obtido por meio de uma interpolação dos dados retirados de ABINEE (2012). O custo de instalação é de 25% do investimento total.

Item	Preço por Unidade	Quantidade	Valor Total
Coletor solar 2,0x1,0 m	R\$ 759,90	2	R\$ 1.519,80
Placa fotovoltaica 150 W	R\$ 500,00	2	R\$ 1.000,00
Bateria 75 Ah	R\$ 350,00	2	R\$ 700,00
Controlador 15 A	R\$ 70,00	1	R\$ 70,00
Inversor 200 W	R\$ 150,00	1	R\$ 150,00
Acessórios	-	-	R\$ 3.742,33
Custo Instalação	-	-	R\$ 1.795,53
		<b>Investimento Total</b>	<b>R\$ 8.977,66</b>

Tabela 5.1 - Relação de equipamentos e custos para implantação do sistema solar na secagem de grãos

Fonte: Elaborado pelos autores

Calculando a produção energética durante os 10 anos, tem-se que:

$$P_{\text{produzida}} = (1083,6 \text{ Wh/dia} \times 365 \text{ dias} \times 10 \text{ anos}) = 3955,14 \text{ kWh}$$

Dessa forma, obteve-se o custo de cada kWh produzido pelo sistema solar dividindo o investimento de R\$ 8977,66 pela potência produzida, 3955,14 kWh, resultando em R\$ 2,27/kWh.

De acordo com a CEMIG (2017), a tarifa de energia elétrica, sem impostos, de 1 kWh é de R\$ 0,34051. Considerando o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços (ICMS), cuja alíquota é de 30%, a tarifa se torna R\$ 0,442663. Assim, em 10 anos, seriam pagos R\$ 1750,79 à concessionária.

Verificou-se então o investimento a longo prazo, tendo como base a vida útil das placas fotovoltaicas (30 anos). Como a vida útil dos inversores é de aproximadamente 10 anos, durante o período em análise serão necessários três deles, resultando em um investimento final de R\$ 9277,66. A potência produzida será de 11865,42 kWh, o que faz com que o preço de cada kWh seja de R\$ 0,78. Em contrapartida, se fosse utilizada a energia elétrica fornecida pela CEMIG, seriam gastos R\$ 5252,38.

A Figura 5.1 ilustra a comparação entre os gastos do investimento para o uso do sistema solar e os gastos da utilização da energia da concessionária, para períodos de 10 e 30 anos.

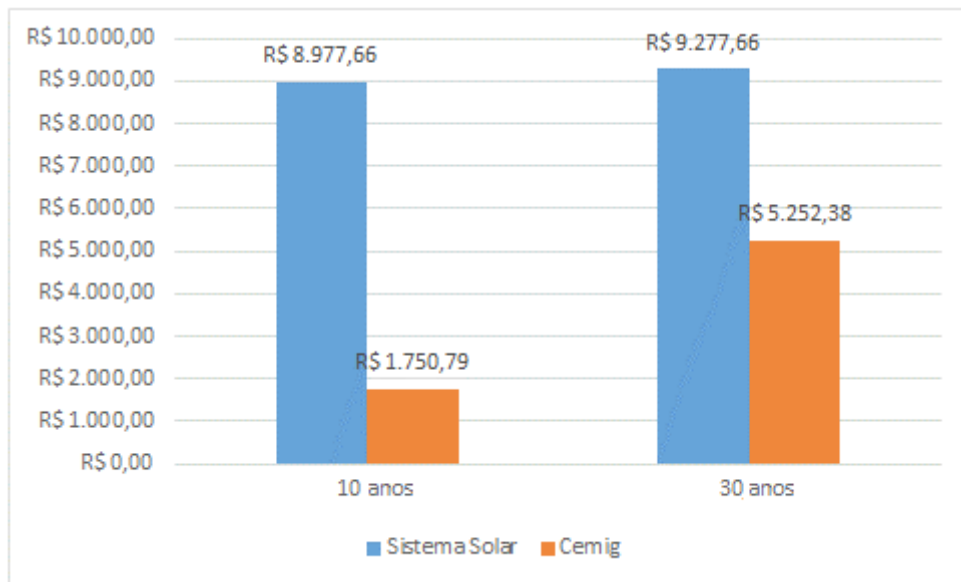


Figura 5.1 - Gráfico de gastos totais

Fonte: Elaborado pelos autores

Portanto, pode-se concluir que, para um período de até 30 anos, a implantação do sistema solar na secagem de grãos nas condições consideradas não é viável, já que o valor de cada kWh produzido é superior à tarifa cobrada pela concessionária (CEMIG).

## 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo avaliar o uso de energias renováveis no processo de secagem de grãos, por meio do estudo de implantação de um sistema solar como fonte de energia para secagem.

Com base nos resultados encontrados, pode-se concluir que o sistema não é viável economicamente, considerando o prazo de investimento como 30 anos, equivalente à vida útil da placa fotovoltaica.

O cálculo de viabilidade do sistema não foi realizado para um prazo de investimento maior, uma vez que a maior parte da produção de milho é realizada por agricultores familiares, que na maioria das vezes possuem condições econômicas desfavoráveis. Entretanto, a utilização do sistema é útil em locais onde não há disponibilidade de rede elétrica.

Como sugestões para pesquisas futuras, recomenda-se avaliar a utilização do sistema solar proposto no processo de aeração de grãos e de um sistema de armazenamento de calor de forma a prolongar o aquecimento durante os períodos sem insolação.

## REFERÊNCIAS

- ABINEE. **Propostas para Inserção da Energia Solar Fotovoltaica na Matriz Elétrica Brasileira**. ABINEE, 2012.
- BRAZ, M. R. S. Movimento de Ar – **Pré Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas – UFRRJ**. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/20732304/aula-7-movimento-de-ar>>. Acesso em: 07 ago. 2017.
- COSTA, A. R. S. **Sistema de Secagem Solar para Frutos Tropicais e Modelagem da Secagem de Banana em um Secador de Coluna Estática**. 2008. 169f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.
- CRESESB. **Energia Solar: princípios e aplicações**. Rio de Janeiro: CEPEL, 2006.
- EMBRAPA. **Colheita e pós-colheita: Secagem e Armazenamento**. 2011. Disponível em: <[http://www.cnpmc.embrapa.br/publicacoes/milho\\_7\\_ed/colsecagem.html](http://www.cnpmc.embrapa.br/publicacoes/milho_7_ed/colsecagem.html)>. Acesso em: 10 ago. 2017.
- GARCIA, T. S. **Avaliação do desempenho energético de uma edificação residencial eficiente**. 2013. 127 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Trabalho Final de Curso em Engenharia Elétrica) - Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Pará, Tucuruí, 2014.
- Informações Gerais. **Ouro Preto Prefeitura**. Disponível em: <<http://www.ouropreto.mg.gov.br/informacoes-gerais>>. Acesso em: 01 jul. 2017.
- Manual aquecedor solar – Magnum. **Transsen Aquecedor Solar**. 2012. Disponível em: <[http://www.transsen.com.br/wp-content/themes/transsen-DEV/images/produtos/manual/Manua\\_Banho.pdf](http://www.transsen.com.br/wp-content/themes/transsen-DEV/images/produtos/manual/Manua_Banho.pdf)>. Acesso em: 15 ago. 2017
- Manual de Instalação do Aquecedor Solar. **Kisoltec Aquecedor Solar**. 2017. Disponível em: <<http://kisoltec.com.br/instalacao-aquecedor-solar>>. Acesso em: 17 ago. 2017.
- Mapas do Boletim Agroclimatológico - Umidade Relativa do Ar Média (%). **Instituto Nacional de Meteorologia**. 2017. Disponível em: <[http://www.inmet.gov.br/portal/portal\\_antigo/agrometeorologia/boletim\\_agro/mapas.php](http://www.inmet.gov.br/portal/portal_antigo/agrometeorologia/boletim_agro/mapas.php)>. Acesso em: 05 ago. 2017.
- MILMAN, M. J. **Equipamentos para pré-processamento de grãos**. Pelotas: Ed. Universitária/UFPel, 2002.
- MONTEIRO, P. M. B. **Tecnologia 1-Wire™ Aplicada ao Controle em Tempo Real em Sistemas de Aeração de Grãos**. 2002. 153 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2002.
- MORAES JUNIOR, L. T. R. **Recuperação Energética de Resíduos no Médio Vale do Itajaí com Ênfase na Conversão em Energia Elétrica**. 2012. 109f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Centro de Ciências Tecnológicas, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2012.
- PORTELLA, J. A.; EICHELBERGER, L. **Secagem de Grãos**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001.
- ROSA, F. N. **Aplicabilidade de Coletores Solares com Tubo Evacuado no Brasil**. 2012. 65 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2012.
- Secador de Leito Fixo. **Polidryer Indústria e Comércio de Máquinas**. Disponível em: <<http://www.polidryer.com.br/secador-leito-fixo>>. Acesso em: 15 jan. 2017.



SILVA, J. S.; BERBET, P. A.; AFONSO, A. D. L.; LACERDA FILHO, A. F. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2000.

Subida, A. **Manual de energia solar fotovoltaica**. Viseu: ADIV, 2015.

TIBA, C. **Atlas Solarimétrico do Brasil: banco de dados solarimétricos**. Recife: Ed. Universitária UFPE, 2000.

TIBA, C.; REIS, R. J. **Atlas Solarimétrico de Minas Gerais – Volume II**. Belo Horizonte: Futura Express, 2016.

Valores de Tarifas e Serviços. **Companhia Energética de Minas Gerais**. 2017. Disponível em: <[https://www.cemig.com.br/pt-br/atendimento/Paginas/valores\\_de\\_tarifa\\_e\\_servicos.aspx](https://www.cemig.com.br/pt-br/atendimento/Paginas/valores_de_tarifa_e_servicos.aspx)>. Acesso em: 15 ago. 2017.

VANNI, S.R. **Estudo de viabilidade econômica de fontes alternativas de energia de uma comunidade típica da região nordeste do Brasil**. 2008. 164 f. Dissertação (Mestre em Ciências) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, 2008.

## A PRODUÇÃO DE ENERGIA EÓLICA E SEU POTENCIAL PARA DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

**Lucas Dziurza Martinez Silveira**

Faculdade Campo Real

Guarapuava – Paraná

**RESUMO:** O mercado atual da produção de energias renováveis e a sustentabilidade revelam possibilidades para o aproveitamento da energia eólica. Este trabalho promove a discussão sobre o aproveitamento total das matrizes renováveis de energia elétrica, propondo alternativas para aumentar a participação da energia eólica no mercado, consequentemente aumentando sua competitividade. Trata-se de uma pesquisa bibliográfica de cunho exploratório e qualitativo sobre o assunto; para sua formulação, fez-se o uso de informações presentes em trabalhos disponíveis em bancos de dados online. Assim, é possível perceber que a energia eólica tem um grande potencial produtivo que pode ser melhor aproveitado, tanto no Brasil como no resto do mundo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Energia eólica, desenvolvimento sustentável, sustentabilidade.

**ABSTRACT:** The current market for renewable energy production and the sustainability reveal possibilities for the use of wind power. This paper promotes the discussion about the exploration of renewable electric energy sources, proposing alternatives to increase

the wind power participation in the market and, consequently increasing its competitiveness. This is a bibliographical research with an exploratory and qualitative nature on the subject; for its development, it was made use of information present in works available in online databases. Thus, it is possible to perceive that wind energy has a great productive potential that can be better used, both in Brazil and in the rest of the world.

**KEYWORDS:** Eolic energy, sustainable development, sustainability.

### 1 | INTRODUÇÃO

O desenvolvimento social e econômico da humanidade se torna mais rápido a cada instante e, para tal, faz o uso de muita energia. Os meios de produção energéticos utilizam, em sua maioria, fontes não renováveis para operar, portanto, precisam ser estabelecidos parâmetros mais eficazes para produção e utilização de energia elétrica.

A sustentabilidade ao longo prazo, ou seja, a capacidade que as gerações futuras tenham de se manter e prover, é posta em risco se não houver desenvolvimento sustentável agora, como informam Nascimento, Mendonça e Cunha (2012).

Conversas sérias sobre o tema devem

acontecer mais frequentemente. Como relatam Shinohara et al. (2015), alguns eventos possibilitaram a elevação do tema sustentabilidade ao patamar político, promovendo debates e gerando exigências para que a sociedade se torne sustentável; estes eventos trouxeram ao mundo o termo “desenvolvimento sustentável”, o popularizaram e demonstraram a necessidade de sua existência.

O desenvolvimento sustentável permite uma melhor utilização dos recursos ambientais disponíveis, promovendo um uso mais consciente e eficiente de todos os outros recursos. Simas e Pacca (2013) demonstram que, se houver um desenvolvimento sustentável efetivo, os países em desenvolvimento podem não necessitar fazer uso de quantidades similares de combustíveis fósseis para se desenvolver como fizeram os países já desenvolvidos, cujo potencial atual foi possibilitado através destes.

No século XXI, como indicam Shinohata et al. (2015), a sustentabilidade terá muita importância, indicando, de certa maneira, os caminhos para os negócios, para a indústria e produção. Para que isso aconteça, o assunto deve ser compreendido e levado a sério.

Uma maneira efetiva de se proporcionar o desenvolvimento sustentável é realizar incentivos à energia eólica, que desperta muito interesse na atualidade, dado seu potencial renovável e de benefícios em diversas áreas, como indicam Nascimento, Mendonça e Cunha (2012). Este tipo de energia percebeu aumento nos investimentos nas últimas décadas.

Além dos impactos ambientais positivos, a energia eólica pode, também, de acordo com Simas e Pacca (2013), mostrar benefícios econômicos, já que se trata de uma energia limpa e competitiva e sociais, empregando e qualificando um número significativo de pessoas, ao longo do processo de instalação e de manutenção. Os benefícios econômicos surgem mesmo que a energia eólica seja comparada com os principais métodos de produção energética.

A energia eólica permite uma exploração renovável da ação dos ventos, complementando a grade de produção energética brasileira atual e reduzindo os impactos ambientais.

## **2 | ENERGIAS RENOVÁVEIS NO CENÁRIO ATUAL**

A energia sustenta o desenvolvimento dos países e a sua demanda aumenta todos os anos, relatam Camioto, Rebelatto e Rocha (2016). Os autores contam ainda que o aumento no consumo de energia é um problema pois os combustíveis fósseis sustentam não somente a produção e o consumo de energia, mas também os modelos atuais de produção, o que coloca o suprimento da energia ao longo prazo em perigo. A humanidade adapta-se ao meio no qual está inserida porém, ainda precisa aprender a se adaptar à métodos de produção mais eficazes e eficientes.

A grade de produção energética atual, segundo Nascimento, Mendonça e Cunha (2012), usa em demasia os combustíveis fósseis não renováveis (gás natural, carvão,

petróleo, etc.) e isso faz com que uma imensa quantidade de poluentes seja lançada na atmosfera, minando a sustentabilidade ao longo prazo.

Neste cenário de consumo energético e produção cada vez maiores, é necessário pensar em alternativas que proporcionem benefícios em todas as áreas. As energias renováveis, de acordo com Simas e Pacca (2013), beneficiam tanto o meio ambiente quanto a economia e a sociedade. Entre esses benefícios estão o desenvolvimento da indústria, a inovação das tecnologias, a criação de novos empregos e a acessibilidade à energia. O avanço das fontes energéticas renováveis pode significar lucro para o setor econômico, se o planejamento focar no longo prazo.

Depois da assinatura do Protocolo de Quioto por diversas nações, em 1997, surgiu uma procura maior por fontes alternativas de energia que, ao mesmo passo em que gerassem um impacto ambiental menor, pudessem sanar as necessidades da economia, como mencionam Simas e Pacca (2013).

Para combater as alterações climáticas e estabelecer segurança no abastecimento energético, as fontes renováveis de energia são prioridade, tanto no âmbito ambiental quanto no econômico, evidenciam Sena e Ferreira (2016). É importante notar que os impactos das fontes renováveis atingem diversas áreas positivamente.

O relatório Nosso Futuro Comum, de 1987, explicita que desenvolvimento sustentável se relaciona diretamente com a sociedade e com o meio ambiente, não somente com a economia, demonstram Simas e Pacca (2013). A análise do conjunto dos diversos âmbitos afetados pelo desenvolvimento sustentável como um sistema completo é recente e permite uma visão holística que facilita o entendimento sobre a situação atual.

A humanidade é responsável pela redução da necessidade do consumo energético, prevenindo desperdícios, evitando poluição e proporcionando desenvolvimento com sustentabilidade, relatam Camioto, Rebelatto e Rocha (2016). A partir do momento em que se instaura uma consciência ecológica, o desenvolvimento sustentável se torna mais fácil.

Segundo Nascimento, Mendonça e Cunha (2012), as reflexões sobre sustentabilidade surgem ao mesmo tempo em que as preocupações com os impactos das atividades humanas na natureza se intensificam. Existe uma grande necessidade do desenvolvimento de alternativas ao modelo atual de produção de energia e, em meio a isso, a ação dos ventos tem despertado interesse cada vez maior no setor energético, devido à segurança de seu fornecimento e o infinito potencial renovável que ela promove.

### **3 | DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

O desenvolvimento sustentável é aquele que visa suprir as necessidades atuais de consumo ao mesmo tempo em que preserva e estimula a capacidade das

futuras gerações de satisfazerem suas próprias necessidades, explicam Nascimento, Mendonça e Cunha (2012). Desta forma, é possível perceber a importância da análise das condições de sustentabilidade no mundo atual.

Para realizar uma análise de sustentabilidade, os autores analisam o Triple Bottom Line, um documento que leva em consideração os pontos de vista econômico, ambiental e social da questão.

Pilar econômico	Pilar ambiental	Pilar social
Vendas, receitas e retornos sobre investimentos	Qualidade do ar	Responsabilidades na produção
Impostos pagos	Qualidade da água	Práticas de emprego
Fluxos monetários	Uso de energia	Impactos na comunidade
Criação de empregos	Produção de lixo	Direitos humanos

Tabela 1 - Triple Bottom Line

Fonte: Adaptado de Savitz e Weber (2006, p. xiii) apud Nascimento, Mendonça e Cunha (2012, p. 635)

Com o auxílio da tabela, é possível verificar que os impactos da sustentabilidade são bem variados, abrangendo diversas áreas, com a possibilidade real de beneficiar todas elas.

De acordo com Nascimento, Mendonça e Cunha (2012), pode-se considerar também que sustentabilidade e inovação propõem o desenvolvimento de produtos que acrescentam algum valor ao consumidor e que minimizam os impactos ambientais e econômicos, assim, a matéria prima é eficiente e incentiva uma produção mais limpa, reiterando o fato de que todos os âmbitos estão interligados.

Ao incluir o uso de energias renováveis no desenvolvimento de projetos, os países chamados emergentes não precisam fazer uso demasiado de combustíveis fósseis, como os países desenvolvidos fizeram, relatam Simas e Pacca (2013). Um desenvolvimento sustentável pode vir a promover uma consciência ecológica realmente efetiva para os países emergentes.

Nos padrões atuais, não existe desenvolvimento sem a utilização de energia. À medida que as sociedades se desenvolvem, o uso de energia se torna maior.

“A energia é um dos componentes essenciais para o desenvolvimento social e econômico de uma nação e deve estar intimamente ligado ao uso sustentável, eficiente e seguro de energia com base em abordagens ecológica e economicamente mais viáveis para o futuro da sociedade a curto e longo prazo” (CAMIOTO, REBELATTO E ROCHA 2016, p. 201).

Para que se possa garantir um desenvolvimento sustentável, deve-se estabelecer uma cultura e uma consciência ecológica, tanto na sociedade como nas organizações. Eficiência energética, saída deste modelo sustentável, deve se tornar uma prática comum e diária em toda e qualquer atividade que utilize energia. Para se planejar políticas de eficiência na conservação de energia, deve-se considerar como o crescimento econômico impacta no consumo de energia.

“a sustentabilidade depende da capacidade de uma civilização se conter aos princípios da prudência ecológica e do uso eficiente da natureza, gerando assim uma forma de desenvolvimento sustentável. [...] o desenvolvimento sustentável é um tópico relevante que influenciará as características dos negócios e das indústrias no século XXI.” (SACHS 2004 APUD SHINOHARA ET AL.).

Assim, explicam que, tanto direta como indiretamente, a visão de um processo sustentável deve ser repassada a todos os envolvidos em uma organização. Os autores também contam que as empresas estão levando às suas operações as práticas sustentáveis à medida que a sociedade se conscientiza sobre o futuro da Terra.

Shinohara et al. (2015) discutem sobre alguns eventos que abordaram o tema sustentabilidade ambiental, como a Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento de 1983 (que gerou o relatório Brundtland, documento que tornou a expressão “desenvolvimento sustentável” conhecida, de acordo com Ipiranga, Godoy e Brunstein (2011)), a Eco-92 ( que criou uma agenda de desenvolvimento sustentável assinada por 179 países), o protocolo de Quioto, de 1997 (que estabeleceu um tratado internacional enrijecendo o compromisso para reduzir a emissão de gases de efeito estufa) e a Rio +20 (que renovou o compromisso político com o desenvolvimento sustentável) foram alguns dos responsáveis para conscientizar a população sobre o tema, fazendo-o adquirir relevância.

É possível notar a importância desses eventos ao trazerem visibilidade ao tema, fazendo com que fosse discutido e tratado com grande seriedade.

“O relatório da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (WCED, 1987) definiu o conceito de desenvolvimento sustentável como sendo ‘[...] aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades’”. (SHINOHARA ET AL. 2015 p. 296).

Ao se estabelecer uma nova cultura, como a sustentável, as organizações devem se adequar a ela da melhor maneira possível. A relação entre inovação e sustentabilidade contribui para o desenvolvimento de formas mais limpas de produção e consumo, sempre na tentativa de otimizar os recursos ambientais, explicam Nascimento, Mendonça e Cunha (2012). Ao se analisar o estudo dos autores, fica claro que a energia eólica traz inovação tecnológica ao ramo da produção energética.

Nascimento, Mendonça e Cunha (2012) ainda relatam que a eco inovação é sustentável e traz vários benefícios, especialmente se comparada com as formas já existentes e predominantes de produção de energia. Mostram ainda que a energia eólica se destaca como uma das alternativas de maior potencial competitivo e promissor nessa dinâmica de inovações e que seus efeitos (sons, invasão visual, radiação eletromagnética e acidentes com aves) são significativamente menos nocivos que aqueles provocados pelas energias concorrentes. Ao se planejar a extensão da matriz energética atual, deve-se levar em consideração o modelo de produção cujos efeitos sejam menos nocivos e cujo potencial seja grande e traga diversas oportunidades de exploração sustentável e de desenvolvimento tecnológico, como é o caso da eólica.



A adoção de inovações, tanto nos conceitos quanto nas técnicas, regulamentações e operações do setor possibilitaram a criação de ações, planos, programas e políticas que levem somente os pontos econômicos em consideração, mas também os sociais e ambientais, explicam Nascimento, Mendonça e Cunha (2012).

A procura por inovação faz com que a tecnologia se desenvolva em nível regional, criando novos empregos e possibilitando alta qualificação aos funcionários, relatam Simas e Pacca (2013). A extensão dos investimentos, levando-os a permanecer nas regiões escolhidas por um longo prazo poderia beneficiar as comunidades locais, visto que “as mudanças tecnológicas e inovação, no longo prazo, aumentariam a demanda por trabalho e qualificação.” (SIMAS E PACCA, 2013 p. 101).

Inúmeros benefícios socioeconômicos podem decorrer do uso de energias renováveis, além da criação de postos de trabalho; é possível visualizar o desenvolvimento na indústria e inovação nas tecnologias, desenvolvimento regional e local, informam Simas e Pacca (2013). À medida que expande a observação, fica mais fácil de notar os benefícios que as fontes energéticas renováveis podem trazer.

O mercado para esse tipo de energia pode ser alavancado por várias estratégias de intervenção governamental, tanto por estratégias de longo prazo como estratégias de curto prazo, explicam Aquila et al. (2016). Ao fim das estratégias de curto prazo, cessam-se os investimentos e, ao fim das estratégias de longo prazo, os mesmos continuam; as estratégias de longo prazo são mais relevantes e importantes ao se construir modelos de consumo de energia. Em um país no qual o potencial de crescimento econômico e de consumo de energia é grande, o planejamento de expansão da grade energética atual deve considerar modelos produtivos que valorizem tanto o curto quanto o longo prazo.

## 4 | ENERGIA EÓLICA

As preocupações que se tem com o meio ambiente são responsáveis pela procura de alternativas limpas à produção de energia, relatam Simas e Pacca (2013). Entre elas, a eólica desperta atenção especial nos últimos anos. Como a matriz energética do Brasil depende, em sua maioria, de centrais hidrelétricas, existe uma busca constante para se ampliar o uso de energias renováveis e, desta maneira, a energia eólica é convenientemente complementar ao sistema já existente. Houve também um aumento nos incentivos à energia eólica em vários países.

A crise financeira que assolou o mundo em 2008 afetou o mercado de produção de energia eólica nos Estados Unidos e na Europa, e isso fez com que grandes investidores voltassem sua atenção para o Brasil, explicam Simas e Pacca (2013). O país conta com uma extensão favorável ao desenvolvimento de novas formas de produção energética e um potencial inexplorado da ação dos ventos.

Os investimentos em energias renováveis, nos países em desenvolvimento, tiveram aumento significativo na década 2006-2016, de acordo com Aquila et al.



(2016), e isso se tornou possível através de políticas que apoiam o desenvolvimento deste tipo de energia. Os autores relatam, ainda, que a capacidade de geração de energia eólica no Brasil aumentou.

O mercado e as conjunturas estabelecidas ao redor do setor possibilitaram um aumento no interesse de investimentos neste tipo de energia, o que traz diversas empresas estrangeiras para competir no cenário brasileiro e movimentar a sua economia, como indica o estudo de Nascimento, Mendonça e Cunha (2012), que também comprovam a supremacia de produção energética do Brasil em relação a outros países latino-americanos com o investimento multibilionário recebido pelo setor.

Nascimento, Mendonça e Cunha (2012) apresentam dados que comprovam o crescimento da energia eólica no Brasil em comparação direta com outros países latino-americanos, especificamente México e Chile, ao destacar que a capacidade brasileira é muito maior e que continua a crescer. Realçam ainda que, caso fosse aproveitado, o potencial elétrico do país poderia suprir três vezes sua necessidade energética e evitar que mais de duzentas toneladas de dióxido de carbono fossem lançadas na atmosfera com fins energéticos.

O Brasil foi o primeiro país latino-americano a instalar aerogeradores para geração de energia eólica, no começo dos anos 1990, mostram Simas e Pacca (2013). Deve haver um planejamento que permita aproveitar a extensão territorial do país e seu clima para gerar energia eólica e aproveitar todo seu potencial.

Tais autores falam ainda sobre a intensidade de capital necessária aos projetos de implementação dos parques eólicos, relatando que os equipamentos podem corresponder em até 75% da totalidade dos investimentos em uma usina eólica. Isso pode ser visto como negativo ao se observar apenas os retornos à curto prazo, deixando de lado os inúmeros benefícios proporcionados à longo prazo.

Mesmo com valores altos necessários para os investimentos, é possível verificar a importância do incentivo dado à energia em trechos como “Hoje a eólica é considerada uma alternativa energética limpa e competitiva, inclusive com tecnologias tradicionais.” (SIMAS E PACCA 2013, p.111) e “Atualmente o mercado eólico brasileiro encontra-se mais diversificado, com maior concorrência entre os agentes.” (SIMAS E PACCA 2013 p. 111).

É possível notar que a energia eólica

“não se relaciona apenas à segurança energética das nações, reduzindo sua dependência de combustíveis fósseis, mas também implica desenvolvimento econômico, redução da pobreza, controle de poluição atmosférica e redução de emissão de gases, contribuindo diretamente, para um desenvolvimento mais sustentável, visto que pode reduzir as emissões de dióxido de carbono com finalidades energéticas em uma relação de 600 toneladas para cada GWh de energia gerada.” (NASCIMENTO, MENDONÇA E CUNHA 2012, p. 637).

A adoção de inovações, tanto nos conceitos quanto nas técnicas, regulamentações e operações do setor possibilitaram a criação de ações, planos, programas e políticas que levem não somente os pontos econômicos em consideração, mas também os

sociais e ambientais.

As atividades de produção de energia eólica impactam positivamente na sociedade, afirma os autores, que, ao empregar milhares de pessoas, aumenta a inclusão social das mesmas.

Percebe-se a alta variação de impactos da energia eólica visto que também “pode contribuir para o desenvolvimento regional, ao gerar empregos locais.” (SIMAS E PACCA 2013, p. 110).

A exploração renovável das fontes de energia se relaciona diretamente com o desenvolvimento tecnológico e com a preservação do meio ambiente, causando diminuição do uso de combustíveis não renováveis e emissões de gases poluentes, relatam Nascimento, Mendonça e Cunha (2012). Os autores também constatam que o setor de energia eólica vem sendo frequentemente incentivado à medida que o sistema de produção percebe as diversas vantagens econômicas, sociais e ambientais que permitem fortalecer a indústria e, conseqüentemente, o país.

A produção de energia eólica pode gerar muitos empregos, de acordo com Simas e Pacca (2013), além de trazer inúmeros benefícios para as regiões que a recebem; produção deste tipo de energia realiza uma contribuição significativa no desenvolvimento sustentável do Brasil.

Como sistema de produção de energia nas terras brasileiras é fortemente baseado em hidrelétricas, pode-se estabelecer uma união com o sistema eólico e estabelecer um sistema de produção de energia complementar a si mesmo e com estabilidade suficiente para prover energia ao país.

“A energia eólica é uma fonte nova no planejamento de ampliação do sistema elétrico brasileiro, apesar do grande potencial de exploração, e um sistema hidroeólico pode oferecer energia ambientalmente sustentável e suficiente para suprir a previsão de demanda nas próximas décadas.” (SIMAS E PACCA 2013, p. 111).

Pode-se perceber que a energia eólica é versátil, limpa e competitiva. Seus potenciais ainda são pouco explorados e revelam muitas possibilidades positivas, tanto ambientais quanto políticas e sociais, se implementadas.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos trabalhos analisados, é possível concluir que os estudos sobre energia eólica, seus impactos, possibilidades e resultados devem ser incentivados, pois a bibliografia sobre o assunto ainda é escassa.

Este tipo de energia deve ser estudada, suas tecnologias podem e devem ser implementadas. Não se deve desperdiçar o potencial eólico brasileiro, visto que o país possui um potencial renovável de produção de energia realmente significativo. Deve-se aproveitar melhor os recursos energéticos disponíveis e, para tal, deve-se investir em estudos e planejamentos para melhorar a grade de produção energética atual,

podendo interligá-la com outras fontes renováveis.

A sociedade moderna se desenvolve em uma velocidade incrível, mas, para tal, faz o uso de uma quantidade igualmente grande de energia, geralmente vinda de métodos produtivos que utilizam combustíveis fósseis; para que não comprometa a capacidade das gerações futuras de se manterem e proverem, precisa-se estabelecer uma cultura e uma consciência sustentável.

A consciência ecológica deve estar mais presente na sociedade e deve levar à práticas mais sustentáveis. Diversos eventos permitiram a existência de debates sérios sobre sustentabilidade que trouxeram, e continuam a trazer, resultados significativos. A sociedade passou a entender o desenvolvimento sustentável e passou a praticá-lo efetivamente.

Fontes de energia renováveis devem, cada vez mais, ser incentivadas e praticadas pois seus benefícios são muito grandes, especialmente ao se considerar o longo prazo da atuação delas. Ao se adotar posturas que permitam o desenvolvimento de energias renováveis, se adoram vários benefícios contínuos não só relativos ao meio ambiente, mas também à sociedade e à economia.

Uma fonte energética limpa que tem chamado atenção nos últimos anos é a eólica, cujos potenciais competitivo, de inovação e de desenvolvimento são significativamente grandes; esta fonte de aproveitamento da ação dos ventos permite uma produção consciente e ambientalmente correta em um mundo no qual o consumo de energia está cada vez maior.

A energia eólica brasileira tem recebido cada vez mais atenção e isso pode levar a um aumento na intensidade dos investimentos. É possível verificar que a energia eólica é uma fonte limpa e competitiva, mesmo frente aos meios de produção ditos tradicionais; tem inúmeros benefícios além de proporcionar uma exploração renovável.

A medida que se percebem os benefícios da energia eólica, aumentam os incentivos no setor, permitindo a propagação de uma consciência ecológica.

Ainda existem muitas dificuldades para a energia eólica no Brasil mas, com o potencial que esse sistema oferece, deve-se investir o máximo possível para que essas dificuldades se tornem oportunidades pois, à medida que recebe investimentos, a energia eólica se torna cada vez mais competitiva no mercado.

## REFERÊNCIAS

AQUILA, Giancarlo; PAMPLONA, Edson de Oliveira; QUEIROZ, Anderson Rodrigo de; JUNIOR, Paulo Rotela; FONSECA, Marcelo Nunes. **Análise de políticas de incentivos para aproveitamento de energias renováveis e as experiências no Brasil**. XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, João Pessoa, PB, Brasil, 2016. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STO\\_234\\_364\\_28810.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_234_364_28810.pdf)>. Acesso em: 02 mai. 2017.

CAMIOTO, Flávia de Castro; REBELATTO, Daisy Aparecida do Nascimento; ROCHA, Roberta Teixeira. **Análise da eficiência energética nos países do BRICS: um estudo envolvendo a Análise por Envoltória de Dados**. Gest. Prod., São Carlos, v. 23, n. 1, p.192-203, 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/gp/2015nahead/0104-530X-gp-0104-530X1567-13.pdf>>. Acesso em: 14 mar. 2017.

NASCIMENTO, Thiago Cavalcante; MENDONÇA, Andréa Torres Barros Batinga de; CUNHA, Sieglinde Kindl da. **Inovação e sustentabilidade na produção de energia: o caso do sistema setorial de energia eólica no Brasil**. Cad. EBAPE.BR, v.10, n.3, artigo 9, Rio de Janeiro, scompetiet. 2012. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/cadernosebape/article/view/5488/4208>>. Acesso em: 10 mar. 2017.

SENA, Lunardo; FERREIRA, Paula. **Aplicação de uma metodologia participativa na análise da sustentabilidade na produção de eletricidade**. XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, João Pessoa, PB, Brasil, 2016. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STO\\_226\\_316\\_30862.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_226_316_30862.pdf)>. Acesso em: 23 abr. 2017.

SHINOHARA, Ana Carolina; HUNDZINSKI, Leandro Navarro; LIMA, Edson Pinheiro de; MACHADO, Carla Gonçalves. **O estudo do marco regulatório para produção sustentável**. Revista Produção Online, Florianópolis, SC, v.15, n.1, p.295-320, jan./mar. 2015. Disponível em: <<https://producaoonline.org.br/rpo/article/view/1789>>. Acesso em: 24 mar. 2017.

SIMAS, Moana; PACCA, Sergio. **Energia eólica geração de empregos e desenvolvimento sustentável**. Estudos Avançados 27 (77), p. 99-115, 2013. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142013000100008](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142013000100008)>. Acesso em: 12 mar. 2017.

IPIRANGA, Ana Silvia Rocha; GODOY, Arilda Schmidt; BRUNSTEINS, Janette. **Introdução**. RAM, REV. ADM. MACKENZIE. V. 12, n. 3. Edição especial. São Paulo, SP, mai./jun. 2011, p. 13-20. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ram/v12n3/a02v12n3.pdf>>. Acesso em: 22 abr. 2017.

## A GESTÃO AMBIENTAL COM FOCO NO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS: APLICAÇÃO EM UMA EMPRESA DO SETOR AUTOMOTIVO

**Eduardo Alves Pereira**

Pontifícia Universidade Católica do Paraná –  
PUCPR

Londrina – Paraná

**Luan Cesar Campos**

Pontifícia Universidade Católica do Paraná –  
PUCPR

Londrina – Paraná

**RESUMO:** O desenvolvimento sustentável tem se mostrado mais relevante para a sociedade, sendo assim, a Gestão Ambiental auxilia para que as organizações se mantenham sustentáveis tanto economicamente quanto ambientalmente. Esta pesquisa objetivou a implantação de uma Gestão ambiental com foco no gerenciamento dos resíduos gerados em uma empresa prestadora de serviço de troca de óleo para veículos, com o intuito de identificar os aspectos de mais riscos para o meio ambiente, com as ações implantadas ficou notável melhores resultados, todos os resíduos gerados passaram a ter tratamento e destinação correta. Com isso, a empresa assegurou o cumprimento das Leis, além de passar a ter atividades ambientalmente corretas, trazendo benefícios ou minimizando danos ao meio ambiente.

**PALAVRAS-CHAVES:** Gerenciamento de Resíduos; Gestão Ambiental; Prestação do

Serviço de Troca de Óleo.

**ABSTRACT:** The sustainable development has proven to be more relevant to society and the Environmental Management helps organizations to remain both economically and environmentally sustainable. This research had this objective the implementation of an Environmental Management with focus on waste generated in a company providing oil change service for vehicles, with the purpose of identifying the aspects of more risks to the environment, with the implemented actions was remarkable better results, all waste generated began to receive treatment and correct destination. With this, the company ensured the compliance with the Laws, in addition to having environmentally correct activities, bringing benefits or minimizing damages to the environment.

**PALAVRAS-CHAVES:** Waste management; Environmental management; Provision of the Oil Exchange Service.

### 1 | INTRODUÇÃO

Após a Segunda Guerra Mundial, surgiu a preocupação entre os países sobre o uso saudável e sustentável do planeta e seus recursos. O Brasil seguiu esse pensamento, surgindo vários institutos voltados para esse

tema, e em 1981 surge o CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), instituído na Política Nacional do Meio Ambiente. Em 2010, surge a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), lei esta que é voltada para possíveis problemas, sejam sociais, ambientais e econômicos, que possam surgir com o manuseio de resíduos de características sólidas. (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2017).

Um aspecto a ser estudado na gestão ambiental, se dá pela crescente frota de veículos automotores nos últimos anos. O Relatório Estatístico da frota nacional de dez/2016 emitido pelo DENATRAN (Departamento Nacional do Trânsito) aponta grande salto no número de veículos se comparado com o relatório de 10 anos atrás, esse crescimento foi cerca de 204% (DENATRAN, 2017). Nesse âmbito, é importante também preocupar-se com a geração dos resíduos que a manutenção automotiva desta frota possa vir a acarretar. Assim, o gerenciamento de resíduos é uma alternativa, pois segundo Lorenzetti e Rossato (2010), é uma ferramenta que objetiva o sucesso da realização de ações ambientalmente corretas, por meio de critérios para o controle, preservação e recuperação ambiental.

Logo, o presente estudo tratou da implantação de uma gestão ambiental em uma empresa atuante no comércio de filtros e lubrificantes que oferece o serviço de troca de óleo e filtros, para tratar e destinar os resíduos gerados nos processos atendendo as Normas e as Leis vigentes. A empresa está situada em Cornélio Procópio-PR, e na realização das suas atividades produz resíduos provenientes deste serviço de aplicação. Esses resíduos são: óleo lubrificante e filtros usados, solventes utilizados para limpeza de peças, embalagens, estopas e papelão contaminados.

Assim, o objetivo desta pesquisa é implantar a gestão ambiental na empresa, com o foco no gerenciamento dos resíduos das atividades de prestação do serviço automotivo, visando a redução, além do tratamento e destinação correta dos resíduos originados dos processos.

## **2 | REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Política Nacional do Meio Ambiente**

Em 31 de agosto de 1981, foi estabelecida a Lei Nº 6.938, Brasil (1981, Art. 1º), que “Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências”, apresentou um importante papel na sistematização da abordagem ambiental no Brasil.

A Lei 6.938, traz como objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental, aos interesses da segurança nacional e a proteção da dignidade humana (BRASIL, 1981). A Lei coloca também que o Meio Ambiente é um bem público e de uso coletivo, que deve ser conservado e protegido por todos, extinguindo-se assim a ideia de recurso comum.



A Política Nacional do Meio Ambiente pode ser entendida como uma ferramenta que garante o desenvolvimento econômico e social do país afim de assegurar a preservação do meio ambiente. (BRASIL, 1981).

## **2.2 Política Nacional dos Resíduos Sólidos**

Em agosto de 2010, surgiu a Lei Nº 12.305, que instituiu a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS). Entre outras disposições a PRNS tem o objetivo de apresentar importantes ferramentas para assegurar o enfrentamento dos problemas ambientais, sociais e econômicos surgidos com o manuseio inadequado de resíduos sólidos. Esta Lei presume a prevenção e a redução na geração de resíduos, e propõe a adoção de hábitos de consumo sustentável e também traz ferramentas afim de promover um maior índice de reutilização e reciclagem dos resíduos sólidos e a correta destinação dos rejeitos (PRNS, 2010).

De acordo com o texto da PRNS (2010), o Artigo 3º traz que gerenciamento dos resíduos sólidos consiste na realização de ações, sejam elas diretas ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e a correta destinação final destes e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

## **2.3 Resíduos da Manutenção Automotiva**

O crescimento de veículos passou a despertar grande atenção em relação as questões ambientais. O Instituto Ethos (2012), afirma que os automóveis são responsáveis por grande parte das emissões de gases nocivos ao meio ambiente. Como se não bastasse, um maior número de automóveis aumenta também em muito a quantidade de resíduos provenientes de manutenções em veículos.

O SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas) divulgou em seu site um texto de novembro de 2015, trazendo a informação que um veículo gera em um ano, uma média de 12 litros de óleo usado, cinco quilos de resíduos como estopas, embalagens, filtros de óleo, combustível e ar e insumos consumidos nas revisões. Foi visto também que o setor automotivo é um grande gerador de resíduos como esses, tanto na produção e utilização de carros, até mesmo na manutenção exercidas para esses veículos e sua disposição final.

A resolução Nº 362/2005 imposta pelo CONAMA, coloca que todo o óleo lubrificante usado deve ser destinado a processos de reciclagem. A Figura 1 demonstra o ideal ciclo de vida do OLUC (Óleo Lubrificante Usado ou Contaminado):



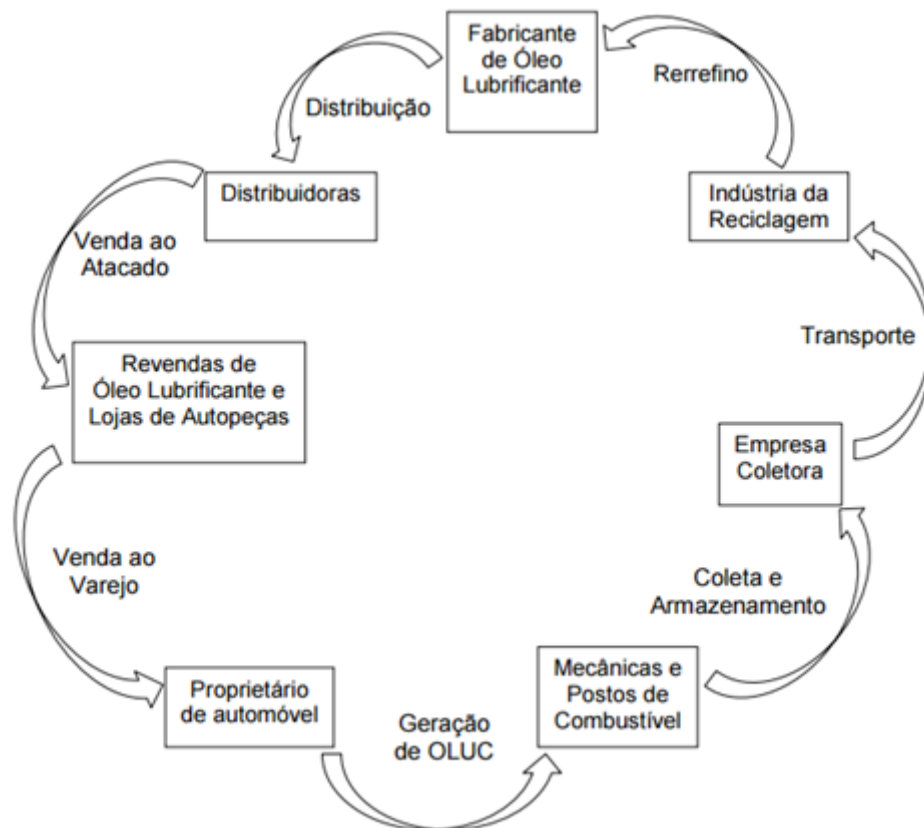


Figura 1 - Ciclo de Vida ideal do Óleo Lubrificante

Fonte: Machado (2011)

## 2.4 Gestão Ambiental

Barbieri, (2007), coloca que a gestão ambiental, é entendida como diretrizes e atividades administrativas e operacionais, que são realizadas através de um planejamento, direção, controle, alocação de recursos e outros processos com o objetivo de obter efeitos positivos sobre o meio ambiente, ou seja, reduzindo ou eliminando os danos ou problemas ocasionados pela a ação humana, e evitar os surgimentos de novos problemas (BARBIERI, 2007).

Ainda segundo Barbieri (2007), o conceito de qualidade está relacionado não somente com os departamentos de produção, mas também com funções como compras, engenharia e pesquisa de marketing.

De forma a relacionar-se com a qualidade, a gestão ambiental apresenta no seu início uma abordagem parecida, podendo se dar com a aplicação de instrumentos convencionais da qualidade, como por exemplo, o uso de ciclo PDCA, folhas de verificação, cartas de controle, fluxogramas, plano de ação 5W2H, dentre outras ferramentas.

## 3 | METODOLOGIA

A pesquisa elaborada tem natureza aplicada, pois seu objetivo principal é apresentar soluções para o problema em questão, segundo Prodanov e Freitas (2013,

p.51).

Quanto a abordagem do problema a pesquisa é qualitativa. Prodanov e Freitas (2013, p.70) coloca que, nesse tipo de análise os dados originam-se diretamente do ambiente estudado, diferindo da análise quantitativa que se diferencia pelo fato de não utilizar dados estatísticos.

A pesquisa tem o objetivo explicativo, pois busca identificar e descrever as atividades críticas que possam gerar um eventual dano ao meio ambiente, sociedade, clientes e a própria organização. Na visão de Gil (1999, p. 44), as pesquisas explicativas são aquelas “que têm como preocupação central identificar os fatores que contribuem para a ocorrência dos fenômenos.”

Neste artigo será realizado procedimentos e métodos voltados a realização de uma pesquisa-ação pois ocorrerá a implantação de critérios que garantirá o correto exercício das atividades da empresa perante aos objetivos citados.

## **4 | COLETA DE DADOS**

Para a coleta dos dados, fez-se necessário a identificação de todos os processos realizados pela empresa. Assim, foram identificadas e descritas as atividades desempenhadas pela a empresa.

### **4.1 Atendimento ao cliente**

Na atividade de atendimento ao cliente, são desempenhas todas as atividades afim de entender a problemática do mesmo e propor a correta solução. Isso consiste em recepcioná-lo, perguntar qual a necessidade, entender a situação, avaliar as melhores soluções e mostrar os produtos que melhores encaixam para a resolução do problema.

### **4.2 Realização do serviço de troca de óleo e filtros**

A realização do serviço de troca de óleo e filtro, consiste em escoar o óleo usado e a retirada dos filtros. Assim, é realizada a colocação dos filtros que serão substituídos e após isso é recolocado o parafuso dreno do óleo do motor, sendo possível a colocação do óleo lubrificante novo no motor do veículo.

### **4.3 Limpeza**

Esta atividade é realizada periodicamente em todos os setores da empresa, a loja está instalada em um galpão de 620 metros quadrados. Este processo tem o objetivo de garantir um ambiente limpo e com condições de trabalho, além do visual proporcionado ao cliente.

#### 4.4 Destinação dos Resíduos

A empresa não possui um lugar preparado e organizado para o armazenamento dos resíduos, como mostrado na Figura 2.



Figura 2 - Alocação dos resíduos na primeira coleta de dados

Fonte: Os Autores (2017)

Os resíduos gerados nos processos da empresa são:

Óleo usado: é armazenado em 2 tambores de 200L onde fica até ser coletado, a coleta é realizada por empresas recicladoras de óleo lubrificante usado que pagam a quantia de R\$0,45/litro de óleo usado. Do dia 14/08/2017 até o dia 04/09/2017 foi entregue à empresa coletora cerca de 400 litros de óleo lubrificante usado, e outra parte não contabilizada do óleo usado foi entregue para sitiante, e pessoas que atuam no ramo de corte de madeira, assim não tendo o controle de quanto óleo foi destinado para este fim.

Embalagens de lubrificantes vazias: essas embalagens são escorridas e separadas em sacos plásticos, em média cada saco tem um peso de 5kg, que mensalmente são coletados por uma empresa do programa nacional de logística reversa de lubrificantes chamado “jogue limpo”. Foram coletados nos últimos 3 meses cerca de 37kg/mês de embalagens. No entanto, são descartadas embalagens no lixo comum e também para catadores sem procedência da destinação do resíduo. No período observado foram armazenados cerca de 25kg de embalagens vazias de lubrificantes.

Estopas contaminadas com óleo e filtros usados de óleo lubrificantes, combustível e ar: são armazenados em um tambor, coletadas a cada dois meses. Na última coleta, foi entregue 1 barril cheio para a “Sábria Ecológico”, empresa do ramo de solução ambiental, sendo o custo de coleta de R\$110,00/tambor. Parte dos filtros usados são entregues a catadores de recicláveis, o que acaba economizando no custo. Sendo assim no período de observação foram consumidos cerca de 6 kg de estopas.

Resíduos como plástico, papéis, papelão e metais: são armazenadas em um bag, recolhidos por catadores de lixo, sendo muitos destes resíduos são destinados ao lixo comum coletados periodicamente pelo serviço de coleta da cidade.

Outros resíduos: são destinados ao lixo comum e coletados diariamente por órgão autorizado da prefeitura. No período analisado teve-se o registro de 3 sacos de 100L entregues, sendo a média de 1 saco por semana. Na Tabela 1, estão os resíduos produzidos na empresa.

<b>Relação de resíduos gerados no período do dia 14/08/2017 à 04/09/2017.</b>	
Resíduos gerados	Quantidade
Óleo usado	400L
Filtros usados	1 barril de 200L completamente cheio.
Papelão contaminado	1 barril de 200L completamente cheio.
Estopas sujas e contaminadas	6 kg (1 pacote)
Embalagens vazias de lubrificantes	25 kg
Lixo comum não enviado para reciclagem.	3 sacos de 100L

Tabela 1 - Resíduos gerados no período do dia 14/08/2017 à 04/09/2017

Fonte: Os Autores (2017)

## 5 | LEVANTAMENTO DOS ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS

Para diagnóstico dos aspectos presentes na empresa que causam ou podem causar impactos ambientais, foi realizado um Levantamento dos Aspectos e Impactos Ambientais, conhecido como LAIA. Foi adaptado o modelo citado por Bissacot e Oliveira (2016), no trabalho “Instrumento para o gerenciamento de riscos ambientais” em conjunto com o “Manual do LAIA” fornecido pela Marinha do Brasil, sendo assim foi possível identificar os aspectos ambientais da empresa. O levantamento é apresentado na Tabela 2:

Levantamento dos Aspectos e Impactos Ambientais.						
Item	PROCESSO	ASPECTO	IMPACTO	SEVERIDADE (A)	FREQUENCIA (B)	IMPORTANCIA (A+B)
1	Atendimento ao cliente.	Não tem.	Não tem.	0	0	0
2	Realização do serviço de troca de óleo e filtros.	Vazamento de óleo.	Contaminação do solo.	3	1	4
3	Limpeza	Lavagem do galpão: Desperdício de água	Escassez de água	2	1	3
4	Destinação dos Resíduos	Descarte do óleo lubrificante usado	Contaminação do solo e lençol freático	3	3	6
		Descarte das estopas contaminadas			3	6
		Descarte das embalagens de óleo			3	6
		Descarte dos filtros Usados			3	6
		Papelão contaminado	3	6		
		Papel de embalagem	Desmatamento	3	3	6
5	Gestão do Estoque	Desperdício de papelão	Desmatamento	3	1	4

Tabela 2 - Levantamento dos Aspectos e Impactos Ambientais

Fonte: Adaptado de Manual do LAIA, acesso em: 2017

Os processos julgados como importantes de acordo com a análise do Levantamento dos Aspectos e Impactos Ambientais estão descritos no item 4 da tabela 2.

Após a identificação das atividades mais relevantes à adequação ambiental foi realizado a análise dos “5 porquês”, ou também conhecida como análise “Porquê Porquê”, afim de evidenciar ações contramedidas para tratar os aspectos presentes na empresa.

### 5.1 Análise “5 porquês” das atividades

Fez necessário uma investigação sobre os aspectos afim de descobrir suas causas e sistematização. Como ferramenta investigativa foi utilizado a análise dos “5 porquês”, a aplicação desta ferramenta é demonstrada nos quadros a seguir.

<b>Destinação incorreta do óleo usado.</b>	
Por quê?	É incorreto destinar o óleo usado a sitiantes e pessoas que atuam no ramo de corte de madeira.
Por quê?	A resolução N° 362/05 do CONAMA, coloca que todo lubrificante usado deve ser reciclado.
Por quê?	Óleo usado pode contaminar o meio ambiente.
Por quê?	Não é tratado da maneira certa.
Por quê? (Causa)	A empresa não encaminha todo o óleo usado para a reciclagem.
Ação	Destinar todo óleo usado apenas para empresas autorizadas pela ANP e exigir o certificado de entrega

Quadro 1 - Análise “5 Porquês” do Óleo Usado

Fonte: Os Autores (2017)

<b>Geração excessiva de estopas contaminadas</b>	
Por quê?	Há uma grande quantidade no consumo de estopas.
Por quê?	Porque há desperdício de estopas.
Por quê?	Não há controle no uso de estopas durante a troca de óleo.
Por quê?	São utilizadas estopas limpas a cada serviço de troca de óleo.
Por quê?	As estopas são descartadas, sendo que algumas, ainda podem ser reutilizadas.
Por quê? (Causa)	Não há uma seleção entre estopas que podem ser reutilizadas e descartadas.
Ação	Selecionar as estopas após o uso e reutilizar as que forem possíveis. Efetuar também a retirada do protetor de cárter para efetuar a troca de óleo e filtros e após isso a recolocação do deste acessório nos veículos.

Quadro 2 - Análise “5 Porquês” das estopas

Fonte: Os Autores (2017)

<b>Descarte incorreto de algumas Embalagens de óleo.</b>	
Por quê?	Nem todas as embalagens tem o correto tratamento.
Por quê?	Algumas embalagens vão para o lixo comum.
Por quê?	Não são separadas.
Por quê?	Por descuido da empresa.
Por quê? (Causa)	Não são armazenadas e encaminhadas para a reciclagem.
Ação	Todas as embalagens vazias de óleo devem ser encaminhadas para empresas que promovam a reciclagem deste material.

Quadro 3 - Análise “5 Porquês” das Embalagens

Fonte: Os Autores (2017)

<b>Descarte incorreto de filtros usados.</b>	
Por quê?	Alguns filtros usados são entregues a catadores de lixo reciclável.
Por quê?	Para diminuir o volume no barril de resíduo contaminado, o mesmo que recebe as estopas contaminadas que são descartadas e que será encaminhado para empresa de solução ambiental.
Por quê?	Para diminuir o custo de destinação deste resíduo.
Por quê?	A empresa paga por barril de lixo contaminado coletado.
Por quê? (Causa)	Não se pode destinar ao lixo comum e todo resíduo contaminado deve ser encaminhado para tratamento ou destinação final.
Ação	Destinar somente para empresa coletora de solução ambiental autorizada, exigir certificado de entrega que comprove que o resíduo será tratado ou dada a sua correta destinação final.

Quadro 4 - Análise “5 Porquês” dos Filtros Usados

Fonte: Os Autores (2017)

<b>Destinação incorreta de papelão com óleo.</b>	
Por quê?	É incorreto destinar para catadores de lixo reciclável.
Por quê?	O papelão com óleo não é reciclável.
Por quê?	Papelão com óleo é resíduo contaminado, e deveria ter a destinação correta.
Por quê?	Todo resíduo contaminado deve ser encaminhado para tratamento.
Por quê? (Causa)	Empresas de solução ambiental realizam este tratamento e disposição final.
Ação	Destinar juntos aos filtros, somente para empresa de solução ambiental autorizada.

Quadro 5 - Análise “5 Porquês” do Papelão com óleo

Fonte: Os Autores (2017)

<b>Disposição incorreta de plástico, papel e metal.</b>	
Por quê?	Desperdício de resíduo reciclável.
Por quê?	São encaminhados para o lixo comum.
Por quê?	Não existe nenhuma separação dos resíduos que vão para lixo.
Por quê? (Causa)	Há necessidade de ser realizado a coleta seletiva.
Ação	Realizar a coleta seletiva do lixo, encaminhar para a reciclagem o que é lixo reciclável, e lixo não reciclável destinar a coleta promovida pelo município.

Quadro 6 - Análise “5 Porquês” de plástico, papel e metal

Fonte: Os Autores (2017)

Após a identificação das causas e o entendimento dos processos, é necessário a elaboração de um plano de ação, com a descrição das contramedidas necessárias para o controle da empresa.

## 5.2 Plano de ação para tratar os aspectos

Para a implementação das ações contramedidas se faz necessário um plano, no



qual deve descrever as ações que serão implementadas referentes a cada aspecto que deve ser controlado. O plano de ação proposto e que será colocado em prática está descrito na tabela 4.

Item	PROCESSO	ASPECTO	Ação
3	Realização do serviço de troca de óleo.	Estopas contaminadas	Efetuar a retirada do protetor de cárter para a realização da troca de óleo e filtros e após isso promover a sua recolocação.
4	Destinação dos Resíduos	Descarte do óleo lubrificante usado	Destinar apenas para empresas autorizadas pela ANP e exigir o certificado de entrega
		Descarte das estopas contaminadas	Selecionar e reutilizar as estopas que julgadas em condições de uso.
		Descarte das embalagens de óleo	Encaminhar as embalagens vazias de óleo para empresas que promovam a reciclagem deste material, e separar do lixo comum.
		Descarte dos filtros Usados	Destinar somente para empresa coletora de solução ambiental autorizada, exigir certificado de entrega que comprove que o resíduo será tratado ou dada a sua correta destinação final.
		Papelão contaminado	Destinar juntos aos filtros, somente para empresa de solução ambiental autorizada.
		Papel de embalagem, plástico e metal	Realizar a coleta seletiva do lixo, encaminhar para a reciclagem o que é lixo reciclável, e lixo não reciclável destinar a coleta promovida pelo município.

Tabela 4 - Plano de Ação

Fonte: Os Autores (2017)

Com a elaboração do plano de ação é possível implementar de maneira sistemática as contramedidas necessárias para controlar os processos da empresa afim de efetuar a correta gestão dos resíduos produzidos na empresa.

## 6 | IMPLANTAÇÃO

### 6.1 Destinar o óleo usado para empresas autorizadas

Com esta ação passou-se a destinar todo o óleo usado coletado para empresas autorizadas pela a ANP (Agência Nacional do Petróleo) que realizam este tipo de coleta. Essas empresas disponibilizam um certificado de coleta, no qual contém a quantidade, a data, e o responsável por cada coleta realizada.

A atividade de gestão do estoque da empresa é auxiliada pela utilização de um software especializado na gestão de pequenas empresas, assim verifica-se diariamente as quantidades dos produtos em estoque, sendo que quando necessário, é contatado o fornecedor e solicitado uma nova compra dos produtos. Essa atividade dá origem a grande quantidade de papelão, devido todos os produtos serem entregues em caixas de papelão.

## 6.2 Reutilizar as estopas

A empresa adotou reutilizar estopas utilizadas, para isso, as estopas são avaliadas e separadas, e as estopas que estão sujas e sem capacidade de serem reutilizadas são alocadas separadamente para a destinação final. Foi determinado que a cada troca de óleo seja retirado o protetor de cárter dos veículos, para não o sujar de óleo e assim não sendo necessário à sua limpeza.



Quadro 7 - Classificação de estopas para reutilização

Fonte: Os Autores (2017)

## 6.3 Descarte das embalagens de óleo

Toda embalagem de óleo deve ser separada em sacos, onde será destinado apenas para a empresa autorizada, no caso, a empresa é uma aderente ao programa “jogue limpo”. Na empresa não é permitido misturar embalagens de óleo com o lixo comum.

## 6.4 Descarte de filtros usados e papelão contaminado

Todos os filtros e papelão contaminados com óleo, devem ser entregues apenas a empresa “sábua ecológico”, que na coleta entrega um comprovante com o tipo de resíduo e a quantidade, para isso tem-se o custo de R\$110,00/tambor. Haverá somente resíduos contaminados.

## 6.5 Realizar a coleta seletiva dos resíduos

Todos os resíduos produzidos na empresa, são selecionados de acordo com o tipo e para isso a empresa adquiriu mais quatro tambores, onde são separados em resíduo de papel, plástico, metal e orgânico, como mostrado na Figura 3.



Figura 3 - Coleta seletiva dos resíduos não contaminados

Fonte: Os Autores (2017)

### 6.6 Reutilizar papelão nas atividades da empresa

O papelão presente na empresa, passou a ser reutilizados como forros do piso conforme, figura 4.



Figura 4 - Utilização do papelão como forro de piso

Fonte: Os Autores (2017)

## 7 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 7.1 Óleo Lubrificante Usado

O óleo lubrificante usado, continua sendo gerado na empresa, já que isso está diretamente relacionada com a atividade principal da prestação de serviço de troca óleo, no entanto com a implantação das ações houve um aumento no registro da quantidade deste resíduo, passando de 400 litros entregue para a reciclagem para 680 litros, nos períodos observados.

No entanto, esse aumento se apresenta como um bom resultado para o gerenciamento dos resíduos da empresa e com a implantação das ações propostas, todo o óleo lubrificante usado passou a ser entregue para a reciclagem por empresa coletora autorizada pela ANP.

Isso significa um grande ganho, já que além de colaborar de melhor forma com o meio ambiente, assegura a empresa da correta execução de suas atividades, garantindo o cumprimento das leis ambientais.

### 7.2 Embalagens de lubrificantes vazias

Anteriormente, no período pré-instalações parte deste resíduo era destinado ao lixo comum e a catadores de reciclável, no entanto essas práticas traziam riscos de contaminação ao meio ambiente, já que as embalagens vazias de óleo lubrificante mesmo que escuridas ainda apresenta resíduos de óleo. Sendo assim, após as ações contramedidas foi registrado um aumento na quantidade deste resíduo.

O aumento identificado é um registro que indica um bom desempenho perante as ações implantadas do correto gerenciamento dos resíduos, pois a maior quantidade indicada significa que este resíduo em sua totalidade está sendo destinado da maneira correta, para o tratamento e reciclagem do mesmo.

### 7.3 Estopas sujas e/ou contaminadas

Não foi possível acabar com a geração deste resíduo, no entanto foi possível propor ações que resultaram em uma grande redução do mesmo. Antes da implantação das ações, foi identificado neste período uma quantidade de 6 kg de estopas utilizadas e descartadas, sendo que após a implantação houve o consumo de 4 kg deste resíduo.

Essas práticas com as estopas asseguram para a empresa o cumprimento das leis ambientais, diminuindo o risco de multas e punições ambientais. Também é verificado que diminuem os riscos de contaminação ao meio ambiente.

Como desejo futuro da empresa é o de acabar com os resíduos de estopas, tem-se a intenção de substituir a utilização deste resíduo pelo o uso de toalhas industriais, no qual são fornecidas por empresas de higiene industrial, e se responsabilizam pela coleta e higienização das toalhas para a reutilização.

## 7.4 Filtros usados e papelão contaminado

As quantidades produzidas continuaram estáveis entre os períodos analisados, no entanto o que sofreu alteração foi a destinação desses resíduos, já que após as ações passaram a ser totalmente entregues para a empresa de solução ambiental “Sábua ecológico”. Esta contramedida não significou aumento nos custos da empresa, pois com as ações implementadas para a redução da produção de estopas sujas foi possível diminuir a quantidade de resíduos entregues.

Isto se apresenta com um bom resultado e colabora com o correto gerenciamento dos resíduos, pois classificados como perigosos não entrarão em contato com o meio ambiente.

## 7.5 Lixo não reciclável

O lixo não reciclável, trata-se do lixo que é entregue a coleta promovida pelo município. O volume deste resíduo continua sendo medido pela quantidade e tamanho de sacos de lixo que são coletados. Após a implantação das ações, foi registrado uma redução de 50% no volume deste resíduo, passando a ser registrado a geração de 1 saco de 50L por semana, e no período analisado uma quantidade de 150L de lixo não reciclável.

Esta redução na geração foi possível devido ao início da coleta seletiva desempenhada em todos os processos da empresa. Após as implantações o lixo que é encaminhado para a coleta do município são apenas o lixo que não reciclável, ou seja, são considerados rejeitos.

Este resultado é considerado de grande ganho para o correto gerenciamento dos resíduos, pois colabora para a redução de rejeitos encaminhados para aterros e aumenta a quantidade de resíduos que serão reciclados e reutilizados.

## 8 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A gestão ambiental com foco na geração de resíduos desenvolvida neste artigo, buscou conciliar tanto a parte ambiental como a preservação do meio ambiente de acordo com a ideia sustentável, quanto a questão legal, onde a empresa agora tem a garantia de estar provendo suas atividades de acordo com as leis e normas ambientais, assegurando a mesma da eliminação de possíveis prejuízos econômicos ocorridos por multas ou punições ambientais.

Ao final deste estudo, foi concluído que o objetivo desta pesquisa foi alcançada e apresentou resultados perante ao que foi estudado e aplicado.

Vale salientar que no futuro além do aprimoramento da gestão ambiental, a empresa tem o intuito do aprofundamento dos estudos sobre resíduos, afim de na sua própria estrutura tratar os resíduos, como reciclá-los e obter receitas econômicas com o tratamento destes gerados, além desta pesquisa servir de orientação e base para

aprofundamentos de pesquisas posteriores.

## REFERÊNCIAS

BARBIERI, José Carlos. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. 2.ed. São Paulo: Saraiva, 2007.

BISSACOT, Thaiza Clemente Couto; OLIVEIRA, Sílvia Maria Alves Correa. **Nota Técnica: Instrumento para o gerenciamento de riscos ambientais**. Disponível em: <[http://www.scielo.br/pdf/esa/v21n2/18094457esaS1413\\_41522016140442.pdf](http://www.scielo.br/pdf/esa/v21n2/18094457esaS1413_41522016140442.pdf)>. Acesso em: 05 nov 2017.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007/2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007/2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em: 5 maio 2017.

BRASIL. **Lei nº 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. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm)>. Acesso em: 3 maio 2017.

DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito. **Frota de Veículos**. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/index.php/estatistica/237-frota-veiculos>>. Acesso em: 3 maio 2017.

INSTITUTO ETHOS. **O Setor automotivo e o Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <<https://www3.ethos.org.br/cedoc/o-setor-automotivo-e-o-desenvolvimento-sustentavel/#.WS9vz2jyu00>>. Acesso em: 28 maio 2017.

MACHADO, Etelmárcio Bitencourt. **Análise do Sistema de Recolhimento de Óleo Lubrificante usado ou contaminado no município de Cachoeirinha**. 2011. 72 páginas. Bacharel em Administração. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2011.

MARINHA DO BRASIL. **Manual do LAIA: Levantamento dos Impactos e Aspectos Ambientais**. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/bna/sites/www.marinha.mil.br/bna/files/manual-laia.pdf>>. Acesso em: 15 out 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **O que é CONAMA?** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/>>. Acesso em: 3 maio 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Política Nacional dos Resíduos Sólidos**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/pol%C3%ADtica-de-res%C3%ADduos-s%C3%B3lidos>>. Acesso em: 21 maio 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA nº 362, de 23 de junho de 2005**. Dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=466>>. Acesso em: 25 maio 2017.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do Trabalho Científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2.ed. Nova Hamburgo: Feevale, 2013.

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Setor Automotivo: Como ser mais sustentável**. Nov. 2015. Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/setor-automotivo-como-ser-mais-sustentavel,1df437b644134410VgnVCM2000003c74010aRCD>>. Acesso em: 28 maio 2017.



## A GESTÃO AMBIENTAL: MELHORIA DO PROCESSO PRODUTIVO NO TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS COM RECUPERAÇÃO ENERGÉTICA

### **Pedro Vitor Tavares de Andrade Ramos**

Universidade Iguazu, Faculdade de Ciências  
Exatas e Tecnológicas  
Nova Iguazu – Rio de Janeiro

### **Carlos Eduardo Moreira Guarido**

Universidade Iguazu, Faculdade de Ciências  
Exatas e Tecnológicas  
Nova Iguazu – Rio de Janeiro

### **Gisele Dornelles Pires**

Universidade Iguazu, Faculdade de Ciências  
Exatas e Tecnológicas  
Nova Iguazu – Rio de Janeiro

### **Carlos Rogério Domingos Araújo Silveira**

Universidade Iguazu, Faculdade de Ciências  
Exatas e Tecnológicas  
Nova Iguazu – Rio de Janeiro

**RESUMO:** O crescimento na geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), impulsionado pelo aumento da densidade populacional, aliado ao uso intensivo dos recursos naturais para geração de energia, causa impactos negativos ao meio ambiente. O Sistema de Gestão Ambiental permite à empresa controlar permanentemente os seus impactos ambientais relativos ao seu processo de produção, dessa forma, as ações realizadas por uma atividade para o aumento da eficiência do processo produtivo devem considerar as emissões atmosféricas, efluentes, resíduos e risco, pois são perdas de processo e

econômica. As oportunidades são identificadas a partir da implementação da Gestão Ambiental. O presente trabalho tem por objetivo mostrar como o Sistema de Gestão Ambiental da empresa Ramos, que tem por atividade o Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos com Recuperação Energética, melhorou seu processo produtivo, após implementação. O estudo permitiu a elaboração e implementação da Gestão Ambiental, com base na norma ISO 14001 e avaliar sua aplicabilidade na otimização e consequente melhoria do processo produtivo. Diversas ações, tais como: implantação da Política Ambiental, os materiais passíveis de reciclagem retirados durante o processo pelos colaboradores, redução de consumo de gás natural, controle dos aspectos ambientais e operacionais, dentre outros, geraram motivações, competitividade, melhoria organizacional, otimização do processo, aumento dos resíduos recicláveis, e aumento da recuperação energética do sistema, que passou de 300 kW para 495 kW.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduo sólido urbano; sistema de gestão ambiental; otimização de processo; eficiência energética.

**ABSTRACT:** The growth in the generation of Urban Solid Waste (RSU), driven by the increase of the population density, combined with the intensive use of the natural resources



for power generation, causes negative impacts to the environment. The Environmental Management System allows the company to permanently control its environmental impacts related to its production process. In this way, the actions carried out by an activity to increase the efficiency of the production process must consider the atmospheric emissions, effluents, waste and risk, because they are process and economic losses. Opportunities are identified from the implementation of Environmental Management. The present work aims to show how the Environmental Management System of the Ramos company, whose activity is the Treatment of Urban Solid Waste with Energy Recovery, improved its production process, after implementation. The study allowed the elaboration and implementation of Environmental Management, based on ISO 14001 and evaluate its applicability in optimization and consequent improvement of the production process. Various actions, such as: implementation of the Environmental Policy, recyclable materials withdrawn during the process by employees, reduction of natural gas consumption, control of environmental and operational aspects, among others, generated motivations, competitiveness, organizational improvement, optimization of process, increased recyclable waste, and increased energy recovery of the system, which went from 300 kW to 495 kW.

**KEYWORDS:** Urban solid waste; environmental management system; process optimization; energy efficiency.

## 1 | INTRODUÇÃO

O crescimento na geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), impulsionado pelo aumento da densidade populacional, aliado ao uso intensivo dos recursos naturais para geração de energia, tem causado impactos negativos ao meio ambiente natural, social e econômico, levando a um desequilíbrio na sociedade atual.

De acordo com Rossi (2014), o aumento na geração de resíduos sólidos está associado ao desenvolvimento econômico, ao crescimento populacional, à urbanização e à revolução tecnológica, passando a abrigar ao longo do tempo em suas composições elementos sintéticos e perigosos aos ecossistemas e à saúde humana quando não dispostos ou tratados adequadamente.

A busca por alternativas energéticas envolvendo esses resíduos e a redução do volume destes dispostos em aterros, a fim de colocar em prática o desenvolvimento sustentável nestas atividades, é a incineração dos RSU com recuperação de energia como forma de tratamento dos mesmos, utilizando resíduos apropriados como combustível em caldeiras para geração de calor ou eletricidade, podendo ser consorciado com aterros sanitários em funcionamento.

Assim, a criação e implementação de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) tem sido utilizada por empresas de diversas áreas e dimensões como uma ferramenta para melhorar a produção e o desempenho ambiental. A globalização e o contínuo avanço tecnológico dos tempos atuais levaram a um mercado econômico mais dinâmico em

constante mudança, além disso a crescente preocupação com questões ambientais resulta em uma maior pressão por parte da sociedade, para que as empresas atuem de forma sustentável (ESTEVES E HENKES, 2016).

As questões relativas ao meio ambiente têm-se tornado oportunidades de aumento da competitividade. O desenvolvimento econômico e tecnológico, baseado no uso intensivo de matérias primas e energia, aumentou a velocidade de utilização de recursos naturais. Os rejeitos dos processos produtivos lançados no meio ambiente resultaram no acúmulo de poluentes acima da sua capacidade de absorção, gerando a poluição e conseqüente degradação do meio ambiente.

O aumento contínuo da produção requer uma maior quantidade de recursos naturais, conseqüência do crescimento populacional, aumento da demanda, e também ao sistema de produção capitalista. As descobertas dos inúmeros danos ambientais resultantes do aumento da produção, das práticas inadequadas das disposições dos resíduos têm aumentado o conhecimento e a preocupação da população do planeta sobre esta questão. Nos últimos anos, esta preocupação tem sido manifestada e concretizada, através da promulgação de uma série de legislações federais, estaduais e municipais.

De acordo com Silva e Lima, 2013, o setor jurídico das empresas tem atuado como um dos instrumentos de gestão ambiental, participando na orientação e sustentação jurídica das atividades afins e na construção de uma relação harmônica homem-meio ambiente, que se revelam na sustentabilidade ambiental. Ao incentivar o comprometimento socioambiental, o direito ambiental ainda possibilita meios para a promoção de vantagens socioeconômicas para esses setores. Desse modo, o atendimento às normas contidas na legislação ambiental configura-se como elemento essencial em busca dessa sustentabilidade socioambiental e econômica nas empresas.

A conscientização do consumidor ao adquirir produtos que sejam considerados “ecologicamente correto”, produtos que, além de apresentarem boa qualidade, assumem e respeitam o compromisso com o meio ambiente em seus processos de produção. Esses aspectos vêm incentivando, a cada dia, a indústria a procurar sistemas eficazes que provoquem a redução de seus impactos ambientais, com custo de mercado compatível.

O Sistema de Gestão Ambiental permite à empresa controlar permanentemente os seus impactos ambientais relativos ao seu processo de produção, desde a escolha da matéria-prima até o destino final do produto, e principalmente dos resíduos líquidos, sólidos e gasosos, levando-a a operar da forma mais sustentável possível.

As empresas habilitadas no efetivo controle dos seus processos, apresentam seus custos reduzidos, pois consomem menos matéria-prima e insumos, geram menos subprodutos, reutilizam, reciclam, lucram com seus resíduos e gastam menos com o manejo e controle da poluição e recuperação ambiental. Ganham competitividade, por meio da gestão ambiental, tanto para a sua sobrevivência no mercado internacional, quanto para controle dos aspectos ambientais, garantindo a sustentabilidade do

processo de desenvolvimento e, conseqüentemente, a melhoria da qualidade ambiental e de vida da população (MAZZER E CAVALCANTI, 2014).

Este estudo tem por objetivo mostrar como a Gestão Ambiental da empresa Ramos, que tem por atividade o Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos com Recuperação Energética, melhorou seu processo produtivo, após implementação, conscientização e treinamento dos seus colaboradores.

## 2 | RECUPERAÇÃO ENERGÉTICA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Rossi, 2014, mostra que a matriz elétrica brasileira é composta por mais de 79% de fonte renováveis de energia, prevendo uma expansão da geração de energia elétrica a partir de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH's) e de centrais eólicas, à biomassa e de resíduos sólidos.

Basicamente existem dois tipos de sistemas de aproveitamento energético de RSU e que devem ser consorciados: a reciclagem e a transformação desses resíduos. A reciclagem está relacionada ao reaproveitamento dos materiais com finalidades similares àquelas para as quais tinham sido originalmente produzidos, tais como: papeis, plásticos, vidros e metais, que geralmente são utilizados como matéria prima recicláveis nas próprias indústrias que os fabricaram (HENRIQUES *et al.*, 2014). Outra forma de tratamento é por rota térmica, tecnologia que utiliza altas temperaturas para queimar resíduos, observadas normas aplicadas ao tratamento térmico. Porém, em ambos os casos há redução da quantidade de RSU a ser depositada em aterros sanitários, o que amplia sua vida útil e soluciona a escassez de áreas para novos depósitos.

No caso do Brasil, o Art. 9º da Lei 12.305/2010 define a ordem de prioridade na gestão e no gerenciamento de resíduos, sendo:

“Na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

§ 1o Poderão ser utilizadas tecnologias visando à recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos, desde que tenha sido comprovada sua viabilidade técnica e ambiental e com a implantação de programa de monitoramento de emissão de gases tóxicos aprovado pelo órgão ambiental.

§ 2o A Política Nacional de Resíduos Sólidos e as Políticas de Resíduos Sólidos dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios serão compatíveis com o disposto no caput e no § 1o deste artigo e com as demais diretrizes estabelecidas nesta Lei. “

Se considerarmos a reciclagem como forma de tratamento mecânico, este tem prioridade sobre o tratamento térmico.

As características dos RSU's variam pelo número de habitantes, poder aquisitivo, nível educacional, hábitos e costumes da população, condições climáticas e sazonais, mudanças na política econômica do país e na política nacional de resíduos sólidos.

Portanto, são fundamentais o conhecimento e o planejamento dos processos e das tecnologias para a adequada implantação ou melhoria do gerenciamento de RSU. Na figura 1 são mostradas as caracterizações gravimétricas disponíveis de RSU no Rio de Janeiro em 2011, para a Estação de Transbordo do Caju.

No presente estudo será apresentado apenas a tecnologia por tratamento térmico, uma vez a empresa analisada utiliza este tipo de tratamento. Assim, no tratamento térmico os resíduos recebem uma grande quantidade de energia em forma de calor, a uma temperatura mínima que varia de acordo com a tecnologia aplicada (temperatura de reação), durante uma certa quantidade de tempo (tempo de reação), tendo como resultado uma mudança nas suas características, como por exemplo a redução de volume, devido a diversos processos físico-químicos que acontecem durante o processo.

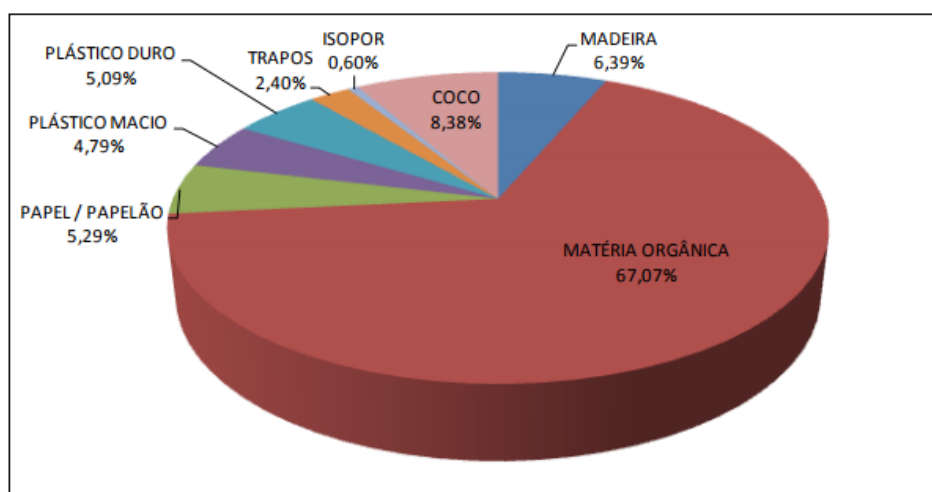


Figura 1 – RSU da Estação de Transferência do Caju

Fonte: SOARES (2011)

Cinco principais processos de tratamento térmicos, separados em função da temperatura de operação e o meio onde ocorre o processo, destacam:

- Secagem: retirada de umidade dos resíduos com uso de correntes de ar. Ocorre na presença do ar atmosférico e temperatura ambiente;
- Pirólise: decomposição da matéria orgânica a altas temperaturas e na ausência total ou quase total de oxigênio. As temperaturas do processo podem variar de 200 a 900°C;
- Gaseificação: transformação de matéria orgânica em uma mistura combustível de gases (gás de síntese). Na maioria dos processos não ocorre uma oxidação total da matéria orgânica em temperaturas variando entre 800 e 1600°C;
- Incineração: oxidação total da matéria orgânica com auxílio de outros combustíveis a temperaturas variando entre 850 e 1300°C;
- Plasma: desintegração da matéria para a formação de gases.

### 3 | CARACTERÍSTICAS DO TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS COM RECUPERAÇÃO ENERGÉTICA

De acordo com Morgado e Ferreira, 2006, a incineração é um processo de tratamento que diminui o volume dos resíduos em cerca de 90% e o peso a 15%, destacando-se também como uma das mais importantes vantagens do seu processo, a cogeração de energia através da incineração desses RSU.

O processo de incineração consiste geralmente em dois estágios, onde o resíduo é alimentado e queimado através da câmara primária, a uma temperatura alta (500 a 900°C), de forma que parte das substâncias presentes se tornem gases e material particulado, na presença de oxigênio controlado.

Nessas condições controladas, evita-se a volatilização de grandes quantidades de metais presentes no lixo, como chumbo, cádmio, cromo, mercúrio, entre outros. Minimiza-se a formação de óxidos nitrosos, que surgem apenas sob temperaturas mais elevadas (MORGADO E FERREIRA, 2006).

Os gases e material particulado provenientes da câmara primária são direcionados para a câmara secundária, em que são queimados entre 750 a 1200°C, ocorrendo a combustão completa. Posteriormente, os gases e material particulado são direcionados para um sistema de tratamento, para abatimento dos poluentes, que pode ser constituído por ciclone, mangas catalíticas, lavador de gases, *scrubber*, *quençh*), antes de serem enviadas para a atmosfera.

Segundo Bastos, 2013, o aproveitamento energético dos RSU'S pela Combustão Convencional é feito pela combustão do insumo, em que a produção de vapor através do aquecimento da água pela caldeira movimenta uma turbina e um gerador, para geração de energia elétrica. As usinas de combustão de resíduos sólidos à queima direta produzem, tipicamente, entre 550 a 600 kWh de energia elétrica por tonelada de resíduos sólidos.

### 4 | GESTÃO AMBIENTAL E AUMENTO DA PRODUTIVIDADE

A Gestão Ambiental considera um conjunto de práticas e ações gerenciais que controla e reduz os impactos de uma atividade, produto ou organização sobre o meio onde está inserida. Sua implementação é um importante passo para que qualquer organização se torne referência em sua área de atuação, através de práticas nem sempre claras.

As ações realizadas por uma atividade para o aumento da eficiência do processo produtivo devem considerar as emissões atmosféricas, efluentes, resíduos e risco, pois são perdas de processo e econômica. As oportunidades são identificadas a partir da implementação da Gestão Ambiental, especialmente no que se refere os indicadores ambientais e à redução de seus impactos, como as emissões atmosféricas na fonte geradora e seus sistemas de controle, economia de energia, água, gás natural, redução

no consumo de matérias-primas, valorização de resíduos, planejamento da logística reversa, reincorporação de fluxos na cadeia produtiva, reciclagem, dentre outros.

A contribuição da família ISO 14000, associados aos benefícios econômicos e ambientais, para a sustentabilidade, esta norma trata de Gerenciamento Ambiental, estabelecendo um Sistema de Gestão indicando às empresas o que devem fazer para minimizar os impactos ambientais de suas atividades e melhorar continuamente seu desempenho ambiental.

Um Sistema de Gestão Ambiental dentro de uma organização deve atender à legislação e garantir as devidas licenças ambientais. Desta forma, não somente a empresa estará assegurada contra possíveis penalizações (financeiras ou que afetem de alguma forma a produção) como a impulsiona para o acompanhamento de aspectos legais futuros, permitindo que a organização se antecipe aos concorrentes no atendimento aos aspectos legais e programas governamentais (OLIVEIRA E ALVES, 2007).

Cabe ressaltar que a Gestão Ambiental possui um estreito laço com a saúde do trabalhador. Minayo e Miranda (2002) enfatizam que a identificação dos aspectos ambientais, a antecipação de potenciais impactos e a difusão das estratégias para lidar com acidentes reduzem os riscos ambientais e garantem um ambiente de trabalho saudável e seguro. Esta estratégia preventiva, que integra todos os níveis da organização, confere motivação e afeta positivamente a produtividade dos funcionários.

Tornar o produto mais sustentável é destacá-lo no mercado e, conseqüentemente, fazê-lo alcançar novos mercados e clientes. O produto comprovadamente mais sustentável vem sendo critério de escolha pelos clientes e consumidores.

Souza (2002) mostra que as ações ambientais das empresas têm assumido um papel cada vez mais integrado às diferentes funções administrativas, de marketing, finanças, produção, qualidade, desenvolvimento de produtos, etc, remetendo a explorar melhor as fontes primárias, em que levam as empresas a preocuparem-se crescentemente com a sua política ambiental.

## **5 | UNIDADE DE RECICLAGEM ENERGÉTICA (URE) DA EMPRESA RAMOS**

Os resíduos sólidos urbanos são basculados e armazenados em um fosso, com dimensão aproximada de 30 m<sup>3</sup>, e são içados por meio de um braço mecânico até uma esteira transportadora, que os encaminha ao tambor revolvente. A finalidade é rasgar eventuais sacos de lixo fechados, permitindo uma maior homogeneização dos resíduos para a triagem manual na esteira transportadora seguinte. Esta última esteira possibilita a segregação e o aproveitamento dos materiais recicláveis, transportando os demais resíduos até o forno de incineração da unidade. Esta operação de recebimento dos resíduos sólidos ocorre dentro de um galpão enclausurado, a fim de se evitar a dispersão de odores. Os possíveis odores emanados são aspirados por um exaustor



de ar de combustão, que os direciona para os pré-aquecedores, seguindo para o interior do forno de incineração.

Os demais resíduos não recicláveis alimentam o forno de incineração, em vazão controlada, para que ocorra a perfeita destruição oxidativa do material ao longo das grelhas. A atmosfera do forno opera em condições de pressão negativa, a fim de que se evite possíveis vazamentos de gases para seu exterior. As condições de queima são perfeitamente controladas em temperaturas sempre superiores a 850°C.

Os gases de combustão são introduzidos na Caldeira de Recuperação de Calor, onde são resfriados em contato com seus feixes de condensado, gerando vapor superaquecido de alta pressão, sendo direcionado ao sistema de geração de energia elétrica.

O vapor superaquecido e de alta pressão gerado na Caldeira de Recuperação de Calor é direcionado para um Turbo-Gerador onde se expande até uma pressão de vácuo adequada, fazendo com que um gerador elétrico acoplado ao eixo da turbina transforme sua energia mecânica ofertada em energia elétrica. A energia elétrica gerada neste sistema é enviada para a subestação de energia, onde é distribuída para consumo interno da unidade.

O vapor de exaustão da turbina é condensado para ser reutilizado na geração de vapor dentro da Caldeira de Recuperação de Calor, após passar por um desaerador, que remove o oxigênio de forma a proteger a Caldeira de possíveis corrosões de seus feixes tubulares. Do desaerador, através de bombas de alta pressão, o condensado é injetado na Caldeira de Recuperação de Calor para novamente ser vaporizado e gerar energia.

## **6 | IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL NO CONTROLE OPERACIONAL**

Com base nas informações levantadas durante vistoria e auditoria da empresa Ramos, elaborou-se um modelo de implantação do SGA específico para a Unidade, tendo como base a organização e implantação do Controle Operacional.

O modelo implantado considerou os itens que compõem o 3º princípio da NBR Série ISO 14001 (Implementação e Operação). Cabe lembrar que o Controle Operacional se refere aos procedimentos, seu compromisso, em que a empresa estabelece as instruções/orientações, de forma a gerenciar os impactos causados pelos aspectos ambientais.

### **6.1 Preparação**

A primeira etapa para implementação de um SGA deve ser a formalização, por parte da direção da empresa, perante a sua corporação, do desejo de a instituição adotar um SGA, deixando claro suas intenções e enfatizando os benefícios a serem



obtidos com a sua adoção. Assim, foram definidas as responsabilidades e autoridades, com base nas suas necessidades administrativas e características do processo. Para tanto, foram considerados:

- Membros da direção – os representantes tiveram a função de aprovar a política ambiental, aprovar ou demandar correções para as análises feitas sobre o sistema e garantir gerenciar as questões relacionadas a aspectos legais;
- Membros da Gestão Gerencial – os profissionais da área de qualidade avaliaram e gerenciaram as análises críticas do sistema, forneceram subsídios e recursos para implantação das ações, aprovaram o cronograma de implementação do sistema, e distribuíram as responsabilidades para a elaboração de procedimentos próprios do sistema;
- Membros da Gestão Operacional: engenheiros e técnicos responsáveis pela supervisão de equipes tiveram a responsabilidade de criar os procedimentos e registros do SGA, bem como treinamento dos operadores;
- Colaboradores da Operação – colaboradores que trabalham diretamente no processo produtivo, tiveram como responsabilidade o cumprimento dos itens estabelecidos no procedimento e no controle operacional.

A preparação dos envolvidos é de fundamental importância, pois deve-se treinar todos os membros da organização, de acordo com as atividades que desempenham dentro da empresa, para colaborarem voluntariamente com o processo. Dessa forma, seguiu-se à risca os procedimentos descritos e aprovados pelos membros da Direção.

Posteriormente ocorreu a comunicação interna, de forma que a empresa mantivesse os procedimentos de comunicação interna e externa. A empresa deve receber, documentar e responder toda documentação recebida pela parte externa interessantes no aspecto ambiental e no sistema de gestão ambiental. Já a documentação interna deve ser em comunicação dos funcionários sobre questionamentos, sugestões, ou reclamações sobre aspectos ambientais. Logo, optou-se por uma campanha educativa com a fixação de avisos nas áreas de convivência, durante 03 meses. Nestes avisos constavam:

- “o que faço pelo meio ambiente?”;
- “quem ama preserva. Preservar o meio ambiente é preservar vida!”;
- “promoção: cooperando com o planeta. Una-se a nós, vamos fazer a nossa parte juntos!”;
- Adote uma caneca no trabalho. Se você usa 03 copinhos por dia, vai economizar 700 por ano! (figura 2);



do sistema de controle para emissão atmosférica, que devem ser transportados e descartados por empresas licenciadas pelo Órgão Ambiental Estadual ou Municipal. Para tanto, foram solicitadas aos prestadores de serviço a Licença de Operação, além de auditoria em suas empresas, de forma a comprovar o cumprimento das restrições estabelecidas quando do licenciamento de suas unidades.

## 6.2 Melhoria do Processo Produtivo

Foi verificado que ao segregar manualmente os resíduos sólidos, não havia efetividade na separação entre papelão, plástico e principalmente metal (aço, alumínio, ferro), bem como, o percentual de cada um, relativo ao montante inicial, não havendo estabelecimento e direcionamento de ações para otimização e programa de metas no processo de catação.

Além destes, a presença de componentes indesejáveis a incineração (teor de umidade, sacos plásticos clorados, metais), culminava em diminuição do potencial de aproveitamento de energia (baixa eficiência energética – aproximadamente 300 kW), por permitir uma menor temperatura de queima, condições subestequiométricas de reação de combustão. Estes resultados refletiam diretamente no aumento do consumo de gás natural (16 m<sup>3</sup>/h) e de cinzas da incineração (830 kg por batelada).

A incineração de RSU, com base em tecnologia *waste-to-energy*, é consistente com princípios e diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/10), em função das tecnologias aplicadas para mitigar as emissões atmosféricas. A otimização do processo depende de uma triagem dos resíduos sólidos eficiente. Assim, foi instalado no início da triagem um imã sobre a esteira para retirada dos metais, diminuindo o *lead time* em 20 minutos na alimentação do forno. Esta ação também corroborou para melhoria da catação dos resíduos recicláveis, aumentando em média 15% por resíduo, bem como na recuperação de energia que passou de 300 kW para 495 kW).

Após estas ações tomadas e avaliação do treinamento por parte dos colaboradores, foram sugeridas algumas ações e metas, para otimização e melhora do rendimento na recuperação energética, tais como:

1. Implantação da Política Ambiental, tendo como premissa a busca da melhoria contínua das ações voltadas para o meio ambiente e de acordo com os princípios da sustentabilidade;
2. Redução em 20% da média de consumo gás natural por hora operada com carga em 01 (um) ano referente à média do último quadrimestre de 2016. Meta – 12,8 m<sup>3</sup>/h;
3. Redução das emissões de NOx em 10% em 01 (um) ano referente a média anual de 2016 (174,3 mg/Nm<sup>3</sup>). Meta: 132,1 mg/Nm<sup>3</sup>;
4. Controle dos Aspectos Ambientais, através do preenchimento manual de Planilha em Excel, atualizando-a periodicamente, baseado no modelo de Gestão Cooperativo;

5. Procedimentos na utilização de tecnologias modernas e que visam à minimização da geração de resíduos, consumo de água e energia;
6. Toda a energia elétrica consumida pela empresa é gerada a partir do reaproveitamento energético oriundo da incineração de RSU;
7. Todos os materiais passíveis de reciclagem são segregados na fonte ou retirados durante o processo pelos colaboradores, garantindo desta forma que serão destinados para recuperação energética somente os resíduos que não são passíveis de reaproveitamento e reciclagem;
8. Utilização do combustível gás natural para iniciar o processo de aquecimento do material refratário do forno de incineração, sendo esta fonte energética reconhecidamente menos poluente que óleos combustíveis;
9. Busca de novas alternativas visando à minimização da geração do resíduo oriundo do processo de incineração (escoria). Além de incentivar o desenvolvimento de estudos voltados para o aproveitamento dos resíduos na área da construção civil;
10. Implementação das matrizes de treinamento por função, incluindo as áreas operacional e Meio Ambiente;
11. Todo o controle operacional é executado por sistema informatizado e concentrado na sala de controle operacional, onde os parâmetros operacionais são periodicamente monitorados e disponíveis a fiscalização. Em casos de anomalias do processo é feito o registro em Livro de Ocorrência, que é datado e arquivado, garantindo a sua rastreabilidade;
12. Implantação do canal de comunicação com o entorno para reclamações ou sugestões, disponibilizado na portaria da empresa. Caso haja alguma ocorrência é repassada para o setor responsável para as devidas providências;
13. Gerenciamento da documentação que descreve os elementos e princípios do Controle Ambiental, tais como: lista de procedimentos, verificação de odores, armazenamento de resíduos, identificação dos aspectos e impactos ambientais e limpeza de canaletas e acúmulo de água;
14. Preparação e resposta a emergências através do Plano de Emergência e Contingência elaborado por empresa terceirizada, onde estão definidos os principais cenários emergenciais e os procedimentos a serem tomados em situações de emergência, programas de treinamento e simulados anuais;
15. Avaliação do atendimento a requisitos legais, de forma que haja evidências da conformidade com o atendimento a legislação aplicável indicada pelos órgãos ambientais competentes;
16. Implantação de ações corretivas e ações preventivas através de sistemática de controle de abertura e fechamento das solicitações de serviço e registro das ações corretivas, controle através de *check list* para a manutenção preditiva dos equipamentos da unidade. A gestão dos setores é acompanhada pela gerência através de reuniões mensais e, para os setores da operação e manutenção, as equipes são avaliadas através de indicadores de desempenho. Para a melhoria da gestão das anormalidades, foi implementada uma sistemática de identificação e análise para a avaliação

da causa raiz e elaboração de plano de ação visando o não acontecimento recorrente da anomalia, conforme plano de manutenção preditiva;

17. Controle de registros que evidenciam a conformidade com os requisitos de seu controle de aspectos e o atendimento aos requisitos legais, sendo mantidos legíveis, identificáveis e rastreáveis.

## 7 | CONCLUSÃO

O estudo permitiu a elaboração e implementação do Sistema de Gestão Ambiental direcionado a empresa Ramos, que tem por atividade o Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos com Recuperação Energética, com base na norma ISO 14001 e avaliar sua aplicabilidade na otimização e consequente melhoria do processo produtivo.

A motivação foi a percepção das deficiências do processo de incineração de RSU, as dificuldades que as empresas têm em implementar sistemas de gestão eficientes nessas tipologias, devido aos requisitos das diretrizes normativas e de suas características específicas, como a falta de recursos financeiros e humanos, a carência de informações quanto à atualização das leis e normas aplicáveis, entre outros.

Foi apresentado a preparação dos colaboradores, importância da efetividade da gestão ambiental e aumento de produção, conscientização do treinamento, de acordo com as atividades que desempenham dentro da empresa, baseado nos procedimentos descritos e aprovados pelos membros da direção.

A comunicação interna e externa foi um dos fatores preponderantes, pois salientou e comprovou que todos os documentos devem ser recebidos, analisados, documentados e respondidos quanto aos aspectos ambientais. A necessidade de campanhas educativas, de forma a conscientizar os colaboradores de suas ações e responsabilidade quanto a preservação do meio ambiente.

Essas ações geraram motivações, competitividade, melhoria organizacional, otimização do processo, aumento dos resíduos recicláveis, e aumento da recuperação energética do sistema, que passou de 300 kW para 495 kW.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14.001: Sistemas de Gestão Ambiental - Requisitos com orientação para uso. 2ª Edição. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

BASTOS, B. Q. **Tecnologias de Aproveitamento Energético de Resíduos Sólidos Urbanos**. Projeto de Graduação (Engenharia Elétrica da Escola Politécnica). Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013. Orientador: Prof. Dr. Jorge Luiz do Nascimento.

BRASIL, Lei N° 12.305 de 02 de agosto de 2010 - **Política Nacional de Resíduos Sólidos** (PNRS).

CONCEIÇÃO, A. *et al.* **A Importância do Sistema de Gestão Ambiental (SGA) – Estudo de Caso na Empresa Grande Rio Honda em Palmas – Tocantins**. Projeto de Graduação (Tecnologia em

Gestão Ambiental). Tocantins: Universidade Católica do Tocantins, 2011. Orientador: Prof. José Lopes Soares Neto.

ESTEVES, M. G.; HENKES, J. A. **Implementação de Sistemas de Gestão Ambiental no Meio Empresarial: Avaliação da Utilização da ISO 14001 como Ferramenta de Melhora de Desempenho Empresarial em Indústrias no Estado de São Paulo.** Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, Florianópolis, SC, v. 5, n. 1, p.453-472, abr./set. 2016.

HENRIQUES, R. M.; OLIVEIRA, L. B.; COSTA, A. O. **Geração de Energia com Resíduos Sólidos Urbanos: Análise Custo Benefício.** Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, v. 1, p. 1-25, 2014.

MAZZER, C.; CAVALCANTI, O. A. **Introdução à Gestão Ambiental de Resíduos.** Infarma - Ciências Farmacêuticas, Periódico do Conselho Federal de Farmácia, Brasília, DF, v.16, nº 11-12, 2004.

MINAYO, M. C. S.; MIRANDA, A. C. **Saúde e Ambiente Sustentável: Estreitando Nós.** SciELO Livros (online), Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2002, pp. 1-10.

MORGADO, T. C.; FERREIRA, O. M. **Incineração de Resíduos Sólidos Urbanos, Aproveitamento na Cogeração de Energia. Estudo para a Região Metropolitana de Goiânia.** Revista da Engenharia Ambiental da Universidade Católica de Goiás, Goiânia, GO, v. 2, n. 1-18, 2006.

OLIVEIRA, J. F. G.; ALVES, S. M. **Adequação Ambiental dos Processos Usinagem utilizando Produção mais Limpa como Estratégia de Gestão Ambiental.** Revista Produção, São Paulo, SP, v. 17, n. 1, p. 129-138, Jan./Abr. 2007.

ROSSI, C. R. **Potencial de Recuperação Energética dos Resíduos Sólidos Urbanos da Região da AMESC.** Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia de Energia). Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2014. Orientadora: Prof. Dra. Elaine Virmond.

SILVA, D. F.; LIMA, G. F. C. **Empresas e Meio Ambiente: Contribuições da Legislação Ambiental.** Revista Internacional Interdisciplinar INTERthesis, Florianópolis, SC, v. 10, n. 02, p. 334-359, Jul./Dez. 2013.

SOARES, E. L. S. F. **Estudo da Caracterização Gravimétrica e Poder Calorífico dos Resíduos Sólidos Urbanos.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011. Orientador: Prof. Dr. Claudio Fernando Mahler.

SOUZA, R. S. **Evolução e Condicionantes da Gestão Ambiental nas Empresas.** Revista REAd – Edição Especial 30, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, v. 8, n. 6, Nov/Dez. 2002.



## PROPOSTA DE APLICAÇÃO DO PLANO DE GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DO SERVIÇO DE SAÚDE (PGRSS) À LUZ DA CERTIFICAÇÃO OHSAS 18.001: UM ESTUDO DE CASO EM UM CENTRO HOSPITALAR

### **Juan Pablo Silva Moreira**

Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM)  
Patos de Minas – Minas Gerais

### **Henrique Pereira Leonel**

Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM)  
Patos de Minas – Minas Gerais

### **Janaína Aparecida Pereira**

Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM)  
Patos de Minas – Minas Gerais

**RESUMO:** O cenário empresarial impulsionado pela globalização têm possibilitado recentes alterações em diversos setores das organizações, forçando os empreendimentos a se adaptarem, buscando por uma posição de destaque perante o mercado. Por este motivo, essa pesquisa tem a finalidade de abordar a análise da viabilidade para a implantação do Plano de Gerenciamento dos Resíduos do Serviço de Saúde (PGRSS) no Hospital Alfa, tendo como base as premissas estabelecidas pela certificação OHSAS 18.001. Por isso, a fim de tornar a concretização visível aos colaboradores da empresa, nessa análise foi utilizado formulários de maneira descritiva e qualitativa, pois essas formas pesquisa permitem maior interação com o cotidiano da linha de produção organizacional. O Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de

Saúde (PGRSS) é um instrumento que permite mitigar o índice de resíduos gerados na rede hospitalar, proporcionando à proteção dos colaboradores, bem como a preservação da saúde pública, dos recursos naturais e do meio ambiente.

**PALAVRAS-CHAVES:** Gerenciamento de Resíduos Sólidos, Gestão de Riscos, Saúde e Segurança Ocupacional; Certificação OHSAS 18.001, Centro Hospitalar.

**ABSTRACT:** The corporate scenario driven by globalization has made recent changes in various sectors of the organizations, forcing enterprises to adapt, seeking a prominent position in the market. For this reason, this research has the purpose of approaching the feasibility analysis for the implantation of the Health Service Waste Management Plan (HSWMP) at Hospital Alfa, based on the premises established by OHSAS 18.001 certification. Therefore, in order to make the realization visible to employees of the company, in this analysis forms were used in a descriptive and qualitative way, because these research forms allow greater interaction with the daily production organizational line. The Health Services Waste Management Plan (PGRSS) is an instrument that allows to mitigate the index of waste generated in the hospital network, providing the protection of employees, as well as the preservation of public health, natural

resources and the environment.

**ABSTRACT:** Solid Waste Management, Risk Management, Occupational Health and Safety; Certification OHSAS 18.001, Hospital Center

## 1 | INTRODUÇÃO

O cenário empresarial impulsionado pela globalização têm possibilitado recentes alterações em diversos setores das organizações, forçando os empreendimentos a se adaptarem, buscando por uma posição de destaque perante o mercado. De acordo com Conte e Durski (2002) as mudanças impostas pela globalização têm se mostrando impulsionadoras para a criação de uma nova relação existente entre o trabalho, a gestão, a aprendizagem e a capacidade dos colaboradores atuarem e colaborarem para o crescimento das companhias. Nesta etapa do mercado, se torna necessário que as empresas adotem uma visão mais abrangente quanto aos aprimoramentos que ocorrem na produção e, com isso elevem o controle de qualidade para competir em um patamar de igualdade para com o seus concorrentes.

Para Gonçalves (2000) “o futuro vai pertencer às empresas que conseguirem explorar o potencial da centralização das prioridades, as ações e os recursos nos seus processos”. Mediante a aplicação de estudos correlacionados à gestão de riscos de saúde ocupacional dos colaboradores, se torna possível interpretar que a partir das novas formas de gerenciamento, as organizações podem se movimentar para adquirir um melhor entendimento das atividades internas e, a partir disso responder às mudanças de um sistema competitivo.

Esta forma de gerenciamento tem incentivado transformações em vários setores da economia, as Organizações Pan-Americanas de Saúde (OPAS) na década de 1990 difundiram alguns padrões de qualidade e de segurança ocupacional que passaram a ser disseminados pelas organizações prestadoras de serviços a saúde. Diante deste novo fato, houve a necessidade de se intensificar as práticas de monitoramento de processos tanto no âmbito administrativo quanto no âmbito operacional (MARTINI, 2009).

Por este motivo, essa pesquisa tem a finalidade de abordar a análise da viabilidade para a implantação do Plano de Gerenciamento dos Resíduos do Serviço de Saúde (PGRSS) no Hospital Alfa, tendo como base as premissas estabelecidas pela certificação OHSAS 18.001.

Tramontini (2009) ressalta que tais desafios têm elevado a preocupação de políticas públicas, legislações e certificações internacionalmente conhecidas, como a OHSAS 18001, certificação que estabelece um eixo de orientação do ambiente de trabalho e a preservação da saúde ocupacional dos colaboradores.

Para assegurar o atendimento a esses requisitos referentes à segurança e saúde ocupacional é preciso que o processo utilize os recursos de forma adequada, pois são eles que determinam a qualidade do serviço que será gerado. O controle dos

processos envolve a necessidade de estabelecer parâmetros ou variáveis que permite estabelecer parâmetros de controle e de desempenho que permitem evidenciar com maior precisão a utilização dos recursos.

Desta maneira, por submeter os colaboradores funcionários a riscos ocupacionais de diversa natureza devido à exposição a fatores de caráter variado como físicos, químicos, psicossociais, ergonômicos, e biológicos, os empreendimentos do segmento hospitalar têm procurado atender as diretrizes estabelecidas pela certificação OHSAS 18001 quanto ao gerenciamento dos resíduos de serviços da saúde, permitindo assim, a quebra de barreiras comerciais junto a determinados mercados e fazendo com que a integração dos procedimentos hospitalares seja uma excelente redução de custos e gastos desnecessários.

Além disso, atualmente uma grande responsabilidade passou a fazer parte do papel da rede hospitalar brasileira: a adoção de práticas de biossegurança em seu ambiente implica não apenas no fornecimento de um serviço seguro, como também em uma postura responsável para com a sociedade, servindo de exemplo a ser seguido por diferentes seguimentos industriais. Apesar disso, atualmente no Brasil, há poucos hospitais que possuem o seu PGRSS em conformidade com a norma supracitada. O Hospital Alfa busca atingir esse objetivo de fazer a diferença, alcançando todos os benefícios trazidos pelo atendimento, respeitando todos os requisitos da certificação OHSAS 18.001.

Quanto às formas de abordagem, os autores desta pesquisa utilizaram uma abordagem qualitativa, pois permite ao pesquisador estabelecer um comparativo entre o mundo físico e o cenário do pesquisador, permitindo a este analisar e interpretar determinados fenômenos sem que lhe sejam atribuídos dados quantitativos ou de técnicas estatísticas (MARCONI e LAKATOS, 2006). Nesta pesquisa será realizada uma análise qualitativa do planejamento, desenvolvimento, controle e execução da implantação de um Plano de Gerenciamento dos Resíduos do Serviço de Saúde – PGRSS no Hospital Alfa, além disso, serão avaliadas as dificuldades encontradas no processo de implantação desta nova maneira de gerenciar os resíduos gerados pelo hospital em análise.

Já quanto aos fins, a metodologia utilizada nesta pesquisa pode ser considerada como descritiva. Segundo as autoras Silva e Menezes (2005) “a pesquisa descritiva visa descrever as características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis.” Em alguns casos, este tipo de pesquisa fornece técnicas que servem de padrão para que se estabeleça determinada coleta de dados: levantamento por formulários ou observação sistemática.

## **2 | GESTÃO DE RISCOS OCUPACIONAIS**

O risco pode ser caracterizado como um agrupamento de fatores que tem a capacidade de ocasionar efeitos adversos ao bem-estar do colaborador, dentre os

quais é possível destacar a morte, as lesões e doenças ou os danos à saúde. Segundo Heleodoro (2012) a incidência deste risco está correlacionada a fatores como a maneira como é realizada a organização dos procedimentos de trabalho, as relações institucionais e o nível de hierárquico.

Para ampliar o poder de verificação quanto aos riscos operacionais, os autores Carvalho e Rabechini Jr. (2006) explicam que a área de gestão de riscos tem recebido uma atenção constante para auxiliar na diminuição dos riscos que envolvam o setor operacional da organização. Assim, a gestão dos riscos ocupacionais tem o objetivo de impedir que alguma atividade comprometa a saúde dos funcionários, adequando de maneira favorável, às condições laborais e o ser humano (PERALTA, *et al.*, 2012).

Para tanto, o gerenciamento de risco ocupacional é, geralmente, acompanhado por uma prévia avaliação dos riscos, que leva em consideração as informações obtidas através de análise realizada no ambiente de trabalho e que auxilia na elaboração de uma metodologia que minimize a ocorrência destes riscos (CAGNO, *et al.*, 2011).

Uma das formas atualmente utilizada para o desenvolvimento de avaliação quanto aos riscos existentes em determinado processo, é realização de atividades de verificação da análise da cadeia produtiva, tendo como base os parâmetros das normas relativas à gestão da saúde e segurança ocupacional.

## 2.1 Mapeamento de riscos

O mapeamento de riscos é uma representação gráfica dos possíveis acidentes no ambiente de trabalho. Segundo os autores Bitencout, Quelhas e Lima (1999) para garantir a eficiência deste tipo de representação gráfica, se torna imprescindível que os colaboradores que atuam no setor auxiliem na sua elaboração, pois só assim será possível demarcar todos os riscos envolvidos no processo produtivo.

Além disso, os mesmos autores salientam que esse mapeamento deve ser realizado de forma anual, ou seja, toda vez que é alterado o *layout* ou quadro de colaboradores, deve-se realizar um novo mapeamento com o objetivo de verificar riscos não evidenciados anteriormente. Para garantir uniformidade no processo de elaboração do mapeamento de riscos, é necessário conhecer os riscos ambientais existentes e, em seguida deve-se agrupá-los em um dos cinco agentes existentes: (I) agentes químicos, (II) agentes físicos, (III) agentes biológicos, (IV) agentes ergonômicos e (V) agentes mecânicos (BARSANO; BARBOSA, 2014). O quadro 1 exemplifica os riscos ambientais existentes, bem como sua classificação.

Grupo	Riscos	Cor de Identificação	Descrição
1	Físicos	Verde	Ruído, calor, frio, pressões, umidade, radiações ionizantes e não ionizantes, vibrações, etc.
2	Químicos	Vermelho	Poeiras, fumos, gases, vapores, névoas, neblinas, etc.
3	Biológicos	Marrom	Fungos, vírus, parasitas, bactérias, protozoários, insetos, etc.
4	Ergonômicos	Amarelo	Levantamento e transporte manual de peso, monotonia, repetitividade, responsabilidade, ritmo excessivo, posturas inadequadas de trabalho, trabalhos em turnos, etc.
5	Acidentais	Azul	Arranjo físico inadequado, iluminação inadequada, incêndio e explosão, eletricidade, máquinas e equipamentos sem proteção, quedas e animais peçonhentos.

Quadro 1 – Classificação dos principais riscos ocupacionais divididos em grupos de acordo com sua natureza

Fonte: Hokeberg *et al.* (2006)

Os riscos são determinados graficamente por cores e círculos. O tamanho do círculo identifica o grau de risco, podendo ser: risco pequeno, médio ou grande. Para Neves *et al.* (2006) as cores tem a finalidade de chamar a atenção de que está visualizando, e são divididas através dos grupos: I (vermelha), II (verde), III (marrom), IV (amarelo) e V (azul).

Deste modo, a elaboração de um mapeamento de riscos se torna fundamental para organizar conhecimentos necessários para disseminar a segurança e saúde do trabalho dos colaboradores, uma vez que a divulgação de informações, alertam, conscientiza e estimula a participação dos usuários nas atividades de prevenção de riscos ocupacionais. Atualmente, a certificação OHSAS 18001 se tornou uma ferramenta capaz de fornecer maior confiabilidade quanto aos riscos existentes no ambiente operacional das organizações (HELEODORO, 2012).

### 3 | NORMA OHSAS 18001 PARA GESTÃO DE SAÚDE E SEGURANÇA OCUPACIONAL

A OHSAS 18001 pode ser interpretada como um sistema de gestão que possui características similares à ISO 9000 e ISO 14001, mas que, apresenta um objetivo voltado para saúde e segurança ocupacional. Trata-se, portanto, de uma certificação que possibilita que as organizações aprimorem e mantenham o nível de saúde e segurança ocupacional alcançado (CARRIJO *et al.*, 2012).

Para Seifert (2010) a adoção desta norma possibilita a inserção de um sistema de saúde e segurança ocupacional que reduz ou eliminam de maneira definitiva os riscos a que os colaboradores e outras partes interessadas – integrantes ou não da organização, possam estar expostos durante realização das atividades diárias do

processo produtivo. Colenghi (2007) salienta que “a *Occupation Health and Safety Assessment Series* (OHSAS) 18001, estabelece as especificações para a para a certificação de Sistemas de Gestão de Segurança e Higiene no Trabalho”.

Desta forma, Heleodoro (2012) destaca alguns que a implantação da certificação OHSAS 18001 traz benefícios para a organização, dentre os quais é possível destacar: o fortalecimento da imagem dos empregados para com os clientes; a manutenção de um clima organizacional produtivo entre gestores e colaboradores; bem como a redução de acidentes, elevando a produtividade dos funcionários.

Para a implementação da OHSAS 18001, se torna necessário a execução de um relatório com o diagnóstico inicial acerca dos principais riscos ocupacionais relacionando-o às atividades de segurança e saúde ocupacional com base nesta normativa referente a esta certificação (HELEODORO, 2012).

### **3.1 Plano de gerenciamento dos resíduos do serviço de saúde – PGRSS**

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA (2004), o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS) é um manual que tem o objetivo de descrever as ações relativas ao manejo dos resíduos sólidos em serviços de caráter hospitalar, observando as suas características e riscos e, contemplando todos os aspectos referentes à geração, segregação, acondicionamento, coleta, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final, bem como as ações utilizadas para garantir a proteção da saúde pública e do meio ambiente.

Desta maneira, a importância da elaboração do PGRSS está correlacionada à necessidade de se realizar cuidados especiais durante o manejo e transporte destes resíduos. O gerenciamento de resíduos sólidos, conforme o IPT/CEMPRE (2000) deve ser implantado com base em um programa de gerenciamento de resíduos de serviços da saúde formulado através de um conjunto de procedimentos de gestão, planejamento e controle, e deve ser desenvolvido a partir de conceitos científicos, normativos e legais, cujo objetivo é proporcionar que aos resíduos gerados sejam encaminhamentos a um local seguro e de forma adequada, visando à proteção dos colaboradores, a preservação da saúde pública e do meio ambiente.

Assim, para garantir que a eficácia deste procedimento, torna-se necessário o aprimoramento contínuo deste manual, portanto, em um programa de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde, faz-se necessário que haja um constante acompanhamento, com revisões críticas do que se pode melhorar continuamente.

Conforme a Resolução da ANVISA RDC 306/2004, o PGRSS consiste em um:

(...) documento que aponta e descreve as ações relativas ao manejo dos resíduos sólidos, observadas suas características e riscos, no âmbito dos estabelecimentos, contemplando os aspectos referentes à geração, segregação, acondicionamento, coleta, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final, bem como as ações de proteção à saúde pública e ao meio ambiente. (ANVISA, 2004, p. 5)



A implantação do PGRSS possibilita um melhor gerenciamento das rotinas e procedimentos dos resíduos e as relações entre as atividades e o meio ambiente (NEVES, 2006).

### **3.2 Os riscos ocupacionais durante o processo de eliminação dos resíduos do serviço de saúde**

Para Martini (2009), os riscos ocupacionais estão inseridos nas atividades patogênicas, nocivas à saúde ou aquelas cuja natureza oferece risco às condições de trabalho. Os principais riscos ocupacionais estão interligados aos agentes biológicos, químicos e físicos, além de também ser percebidos nos agentes ergonômicos e ao risco de acidente de trabalho.

Em virtude deste fato, Neves (2006) salienta que os trabalhadores que são submetidos diariamente a estes tipos de serviços de saúde estão sendo submetidos a vários riscos ocupacionais, principalmente ao risco biológico, devido à possível presença de microrganismos como bactérias, vírus e fungos. Por este motivo se torna necessário que os colaboradores estejam utilizando adequadamente os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) durante a execução de determinada atividade operacional.

A questão dos resíduos de serviços de saúde não pode ser analisada apenas no aspecto da transmissão de doenças infecciosas. Também está envolvida a questão da saúde do trabalhador, sendo essas questões preocupações da biossegurança. (GARCIA *et al.*, 2004).

Torna-se imprescindível que os profissionais que trabalham no serviço de eliminação de resíduos, mesmo os que atuam temporariamente ou não estejam diretamente envolvidos nas atividades de gerenciamento de resíduos tenham conhecimento do sistema adotado para o gerenciamento de RSS, as práticas adotadas para a segregação de resíduos, além de reconhecer também os símbolos, expressões, padrões de cores adotados, a localização dos abrigos de resíduos, dentre outros fatores indispensáveis à completa integração ao PGRSS (ANVISA, 2004).

## **4 | ANÁLISE DOS RESULTADOS**

O PGRSS do Hospital Alfa foi desenvolvido para obedecer à escala de prioridades apresentada na Figura 1, visando prevenir, minimizar, reciclar, recuperar e reutilizar os Resíduos de Serviços de Saúde - RSS produzidos na referida empresa.

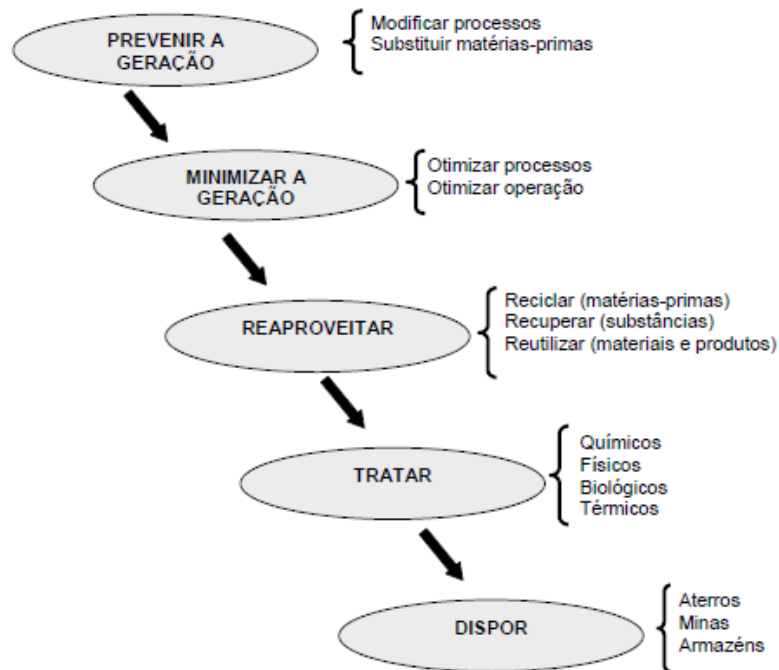


FIGURA 1- Escala de prioridades a ser seguida quando da implantação do PGRSS no Hospital Alfa.

O pessoal envolvido diretamente com os processos de higienização, coleta, transporte, tratamento, e armazenamento de resíduos deve ser submetido a exame médico admissional, periódico, de retorno ao trabalho, de mudança de função e demissional, conforme estabelecido no Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional – PCMSO da Portaria número 3214 do Ministério do Trabalho e Emprego - MTE ou em legislação específica para o serviço público.

Os trabalhadores devem ser imunizados em conformidade com o Programa Nacional de Imunização – PNI, devendo ser obedecido o calendário previsto neste programa ou naquele adotado pelo estabelecimento. Os trabalhadores imunizados devem realizar controle laboratorial sorológico para avaliação da resposta imunológica. Estes exames serão realizados através de um cronograma, obedecendo às diretrizes estipuladas pelas Normas Reguladoras – NRs do MTE.

O pessoal envolvido diretamente com o gerenciamento de resíduos deve ser capacitado na ocasião de sua admissão e mantido sob educação continuada para as atividades de manejo de resíduos, incluindo a sua responsabilidade com higiene pessoal, dos materiais e dos ambientes.

A capacitação deve abordar a importância da utilização correta de equipamentos de proteção individual - uniforme, luvas, avental impermeável, máscara, botas e óculos de segurança específicos a cada atividade, bem como a necessidade de mantê-los em perfeita higiene e estado de conservação.

Todos os profissionais que trabalham no serviço, mesmo os que atuam temporariamente ou não estejam diretamente envolvidos nas atividades de gerenciamento de resíduos, devem conhecer o sistema adotado para o gerenciamento

de RSS, a prática de segregação de resíduos, reconhecer os símbolos, expressões, padrões de cores adotados, conhecer a localização dos abrigos de resíduos, entre outros fatores indispensáveis à completa integração ao PGRSS.

Os resíduos de serviços de saúde gerados no Hospital Alfa foram separados no momento e local de sua geração, de acordo com as características físicas, químicas, biológicas e riscos envolvidos.

O manejo, a segregação, o acondicionamento, a identificação, o transporte interno, o armazenamento temporário, o tratamento, o armazenamento externo, a coleta e o transporte externos e a disposição final dos RSS gerados no Hospital Alfa, seguiram as diretrizes impostas pela RDC 306/2004.

## **4.1 Etapas de gerenciamento dos rss gerados**

### *4.1.1 manejo*

O manejo dos Resíduos Sólidos da Saúde (RSS) é entendido como a ação de gerenciar os resíduos em seus aspectos intra e extra-estabelecimento, desde a geração até a disposição final, incluindo as seguintes etapas:

### *4.1.2 Minimização da Geração*

A geração de resíduos deve ser mantida a níveis mínimos praticáveis de volume, pois, além de minimizar de exposição a agentes perigosos presentes em algumas frações, há redução dos custos para o gerenciamento.

### *4.1.3 Manuseio Seguro*

Essa operação envolve risco potencial de acidente, principalmente para os profissionais que atuam na coleta, no transporte e na disposição final dos resíduos.

Com o objetivo de proteger as áreas do corpo expostas ao contato com os resíduos, os funcionários devem, obrigatoriamente, usar Equipamento de Proteção Individual – EPI, conforme previsto na NR-6 do Manual de Segurança e Medicina do Trabalho e também seguirem a NR-32, sobre Segurança e Saúde no Trabalho em Serviços de Saúde.

### *4.1.4 Segregação na Origem*

Consiste na separação dos resíduos no momento e local de geração, de acordo com as características físicas, químicas, biológicas e radiológicas, estado físico (sólido e líquido) e forma química. Devem-se sempre as exigências de compatibilidade química dos resíduos entre si para que acidentes sejam evitados.





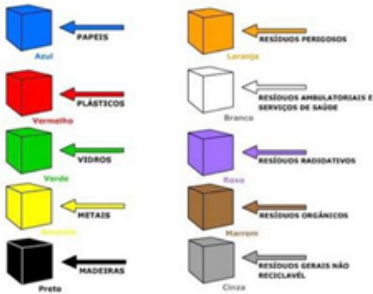

#### 4.1.5 Acondicionamento

Consiste no ato de colocar os resíduos segregados, em embalagens adequadas que evitem vazamentos e resistam às ações de punctura e ruptura. A capacidade dos recipientes de acondicionamento deve ser compatível com a geração diária de cada tipo de resíduo obedecendo aos limites de enchimento.

#### 4.1.6 Identificação

Devem-se utilizar rótulos (símbolos e expressões) para identificar os recipientes de acondicionamento, carros de transporte interno e externo, sala e abrigos de resíduos (locais de armazenamento).

A identificação deve obedecer aos seguintes critérios:

Símbolos de identificação dos grupos de resíduos	
<p><b>Grupo A:</b> são identificados pelo símbolo de substância infectante, com rótulos de fundo branco, desenho e contornos pretos.</p>	
<p><b>Grupo B:</b> são identificados através do símbolo de risco associado e com discriminação de substância química e frases de risco.</p>	
<p><b>Grupo C:</b> são representados pelo símbolo internacional de presença de radiação ionizante (trifólio de cor magenta) em rótulos de fundo amarelo e contornos pretos, acrescido da expressão MATERIAL RADIOATIVO.</p>	
<p><b>Grupo D:</b> podem ser destinados à reciclagem ou à reutilização. Quando adotada a reciclagem, sua identificação deve ser feita nos recipientes e nos abrigos de guarda de recipientes, usando código de cores e suas correspondentes nomeações, baseadas na resolução CONAMA 275/01, e símbolos de material reciclável.</p> <p>Para os demais resíduos do grupo D deve ser utilizada a cor cinza ou preta nos recipientes. Pode ser seguida de cor determinada pela Prefeitura.</p> <p>Caso não exista processo de segregação para reciclagem, não há exigência para a padronização de cor destes recipientes.</p>	 
<p><b>Grupo E:</b> são identificados pelo símbolo de substância infectante, com rótulos de fundo branco, desenho e contornos pretos, acrescido da inscrição RESÍDUO PERFUROCORTE, indicando o risco que apresenta o resíduo.</p>	 <p><b>RESÍDUO PERFUROCORTE</b></p>

Quadro 2 – Símbolos de identificação dos Grupos de Resíduos Sólidos utilizados pelo Hospital Alfa

#### *4.1.7 Tratamento interno*

Consiste na aplicação de método, técnica ou processo que modifique as características dos riscos inerentes aos resíduos, reduzindo ou eliminando o risco de contaminação, de acidentes ocupacionais ou de danos ao meio ambiente. O tratamento dos subgrupos A1 e A2 devem ser, obrigatoriamente, dentro do estabelecimentos de saúde, salvo as bolsas de sangue rejeitadas e vacinas de campanha de vacinação que, opcionalmente podem ser submetidas a tratamento externo.

#### *4.1.8 Coleta e Transporte Interno*

Consiste no traslado dos resíduos dos pontos de geração até local destinado ao armazenamento temporário ou armazenamento externo com a finalidade de apresentação para à coleta. O roteiro deve ser previamente definido e ocorrer em horários não coincidentes com a distribuição de roupas, alimentos e medicamentos, períodos de visitas ou de maior fluxo de pessoas ou atividades.

#### *4.1.9 Armazenamento Temporário*

Trata-se da contenção temporária dos recipientes contendo os resíduos já acondicionados, em local próximo aos pontos de geração, visando agilizar a coleta dentro do estabelecimento e otimizar o deslocamento entre os pontos geradores e o ponto destinado para coleta externa. Não poderá ser feito armazenamento temporário com disposição direta dos sacos sobre o piso, sendo obrigatória a conservação dos sacos em recipientes de acondicionamento.

#### *4.1.10 Registros para controle dos resíduos especiais*

É a etapa que assegura o rastreamento dos resíduos químicos e perigosos e rejeitos radioativos, como também dos materiais recicláveis e dos resíduos orgânicos destinados para alimentação animal e compostagem. Os registros devem ser atualizados sistematicamente, para fins de monitoramento dos indicadores e fiscalização. As planilhas devem ser específicas para cada tipo de monitorado.

#### *4.1.11 Armazenamento Externo*

É a contenção temporária de resíduos em área específica, denominada “ABRIGO DE RESÍDUOS”, durante o aguardo da coleta externa, para a destinação visando ao tratamento ou à disposição final. Deve ter identificação na porta, os sacos de resíduos devem permanecer dentro dos contêineres devidamente identificados e o acesso deve ser facilitado para os veículos coletores.

#### *4.1.12 Coleta e transporte externo*

Consiste no recolhimento dos resíduos do abrigo de resíduos e na sua remoção para a destinação visando ao tratamento ou à disposição final.

#### *4.1.13 Tratamento externo*

Consiste no tratamento externo ao serviço de saúde gerador. As bolsas de sangue rejeitadas e vacinas de campanha de vacinação e os resíduos de atenção à saúde de indivíduos ou animais com suspeita ou certeza de contaminação com microorganismos. Classe de Risco 4, com relevância epidemiológica e risco importante deve ser encaminhadas para o tratamento externo. Os resíduos perigosos do grupo B também necessitam de ser tratados antes da disposição final, a fim de não causarem poluição e danos ao meio ambiente e à saúde coletiva.

#### *4.1.14 Tratamento externo*

Instalação recomendada quando é grande a distância a ser percorrida pelos usuários até o ponto de disposição final, não havendo beneficiamento algum ou tratamento dos resíduos nessa operação.

#### *4.1.15 Disposição final*

O aterramento em solo, em local licenciado (aterro sanitário ou outro), dos subgrupos A1 e A2, após tratamento prévio, e do subgrupo A4 (sem exigência de tratamento) é a técnica reconhecida e permitida atualmente no Brasil (Resolução nº 358/2005 do CONAMA e Portaria da FEAM nº 361/2008), além de ser economicamente mais compatível com a realidade econômica do país. Os subgrupos A3 e A5 não são produzidos pelas Unidades Básicas de Saúde.

### **4.2 Gerenciamento dos RSS gerados**

O transporte interno de resíduos deve ser realizado atendendo roteiro previamente definido e em horários não coincidentes com o de maior fluxo de pessoas ou de atividades, sempre que factível, o chamado roteiro cruzado. A coleta e transporte interno dos resíduos deverão ser realizados iniciando-se pelos resíduos menos contaminados e, em seguida, deverão ser transportados os mais contaminados. Os recipientes para armazenamento devem ser constituídos de material rígido, lavável, impermeável, providos de tampa articulada ao próprio corpo do equipamento, cantos e bordas arredondados, e serem identificados com o símbolo correspondente ao risco do resíduo neles contidos, de acordo com Regulamento Técnico, aqui definido como bombona. O procedimento deve ser feito separadamente de acordo com o grupo de resíduos e em recipientes específicos para cada grupo de resíduos.



Resíduos do grupo A serão acondicionados em lixeiras com saco plástico branco leitoso (seguindo regulamento técnico), que, depois de preenchido em seus 2/3, serão retirados e fechados em sua abertura através de nós ou lacres.

Resíduos do grupo B serão acondicionados nos recipientes originais e, assim que preenchidos, deverão ser deslocados até o expurgo ou armazenamento interno onde deverão ser colocados dentro de bombona específica para o grupo B.

Resíduos do grupo D serão acondicionados em sacos plásticos pretos ou azuis, que, quando preenchidos até 2/3 de sua capacidade, serão retirados, terão sua abertura amarrada e serão deslocados até o local de armazenamento interno (contêineres) e posteriormente destinados a coleta de resíduos comuns, não necessitando permanecer em abrigo externo.

Resíduos do grupo E serão acondicionados em *descarpack* de acordo com regulamento técnico, localizados no próprio setor e, quando preenchidos até 2/3 de sua capacidade, deverão ser fechados e deslocados até o expurgo armazenamento interno, onde serão colocados em bombona específica para resíduos do grupo E.

Em todos os casos os resíduos deverão ser transportados por funcionário capacitado e devidamente paramentado, de forma que os recipientes não toquem a superfície corporal nem a roupa, tomando o devido cuidado para evitar puncturas e avarias aos mesmos. As mesmas recomendações deverão ser seguidas para o transporte interno do expurgo (armazenamento interno ou temporário) para o local de armazenamento externo.

Desta maneira, após a conclusão de todas as etapas referentes à implantação do PGRSS, foi possível identificar e quantificar os resíduos que foram gerados no Hospital Alfa. A figura 2 demonstra o índice de resíduos coletados do Grupo A, no período de maio a dezembro de 2017.

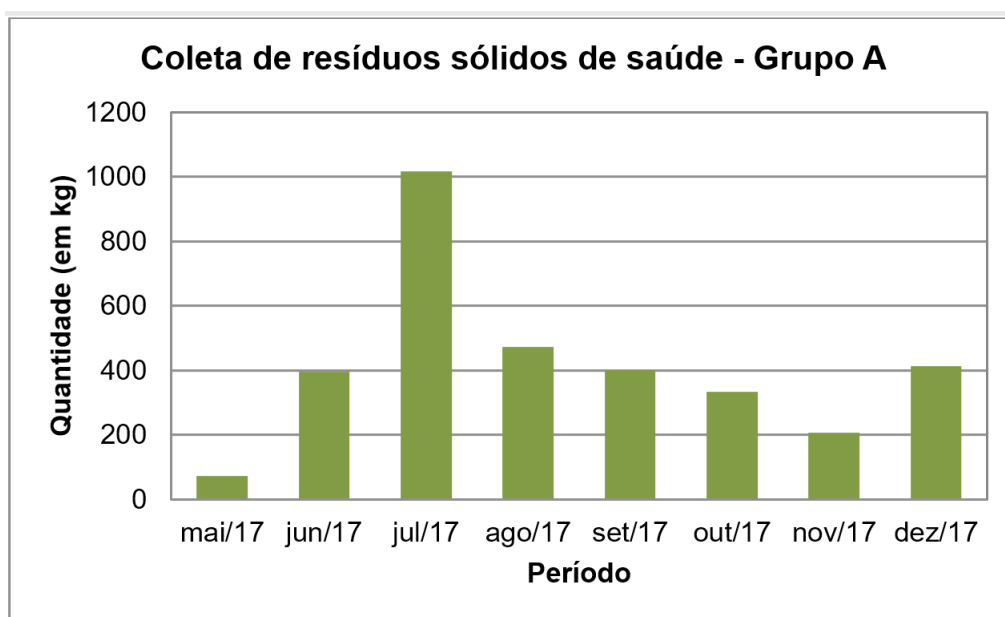


Figura 2 – Índice de resíduos coletados do Grupo A.

Fonte: Os autores (2018)

É possível evidenciar através da figura 2, os meses que obtiveram maior e menor índice de resíduos sólidos coletados, por esse motivo, foi possível que o hospital evidenciado contratasse uma empresa terceirizada que tivesse a capacidade de realizar uma coleta, com constantes variações dos níveis de coleta, já que houveram algumas discrepâncias relevantes entre os meses. Em seguida, foram contabilizados os materiais recolhidos no grupo B (figura 3).

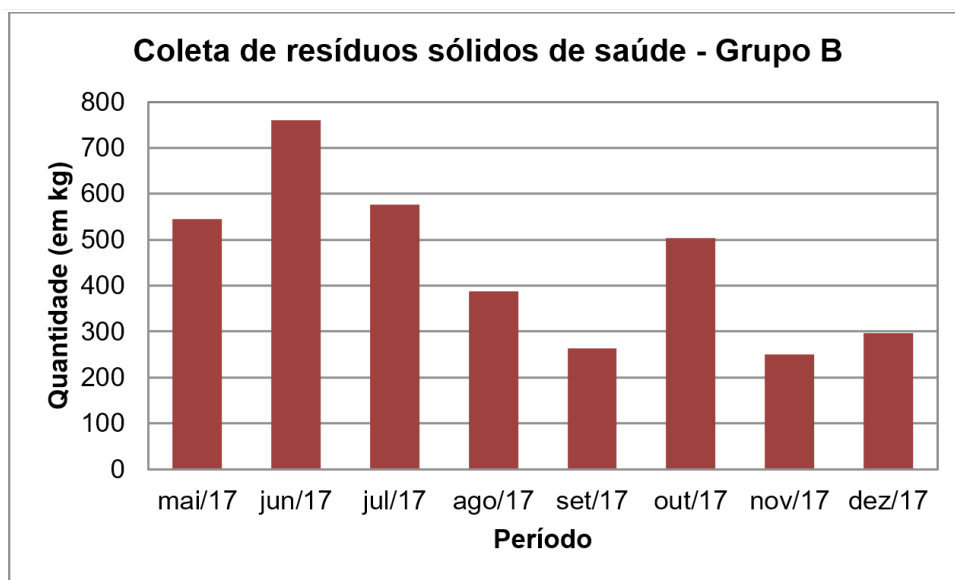


Figura 3 – Índice de resíduos coletados do Grupo B

Fonte: Os autores (2018)

Nesta figura foi possível evidenciar que houve uma pequena variação nos resíduos sólidos coletados no Grupo B, obtidos pelo hospital. A partir destes dados, foi possível realizar a contratação de uma empresa que destinasse os resíduos com maior poder de exatidão, já que pelas análises realizadas não há uma variação de resíduos como nos Grupos A e E.

O Hospital Alfa não presta serviços com material radioativo e por esse motivo, não há a necessidade de realizar a contratação de uma empresa que recolha os materiais do Grupo C (grupo dos materiais radioativos). Já o Grupo D (grupo dos materiais que podem sofrer algum tipo de reciclagem), a figura 4 demonstra os resíduos coletados deste grupo.

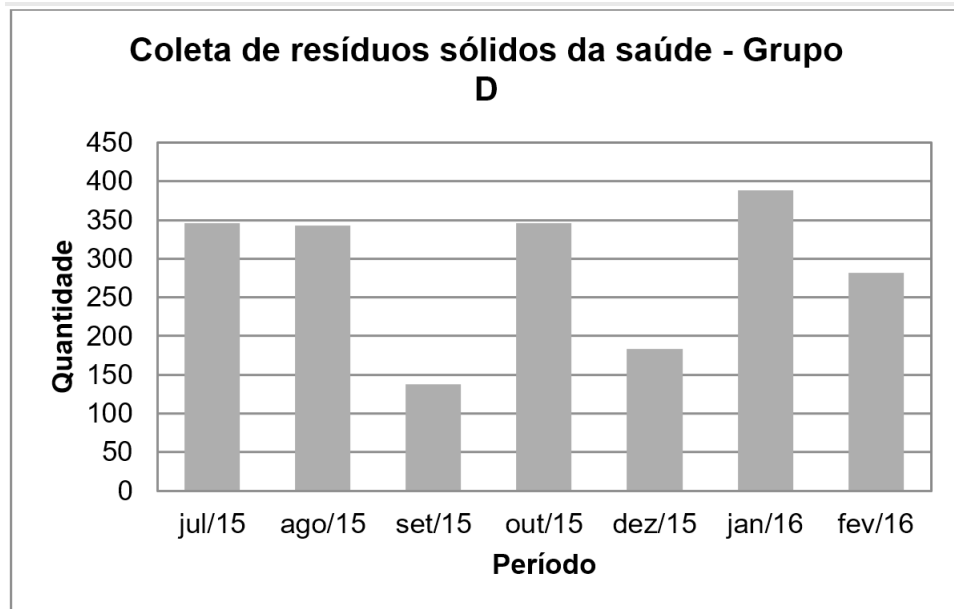


Figura 4 – Índice de resíduos coletados do Grupo D.

Fonte: Os autores (2018)

Através desta imagem foi possível identificar o índice de itens que podem encaminhados para um instituto de reciclagem da região. Além disso, como estes resíduos podem ser reutilizados, tornou-se possível a elaboração de uma parceria com esta empresa para que ela coletasse todos os resíduos gerados deste grupo. Foi possível evidenciar também que o lucro obtido com a venda destes materiais vendidos auxilia nas despesas com o processo de terceirização do transporte dos resíduos gerados pelos Grupos A, B e E.

Outro fato evidenciado é que os resíduos orgânicos gerados são destinados as cooperativas de compostagem, auxiliando no processo de adubação das hortas das comunidades carentes da região próxima ao hospital.

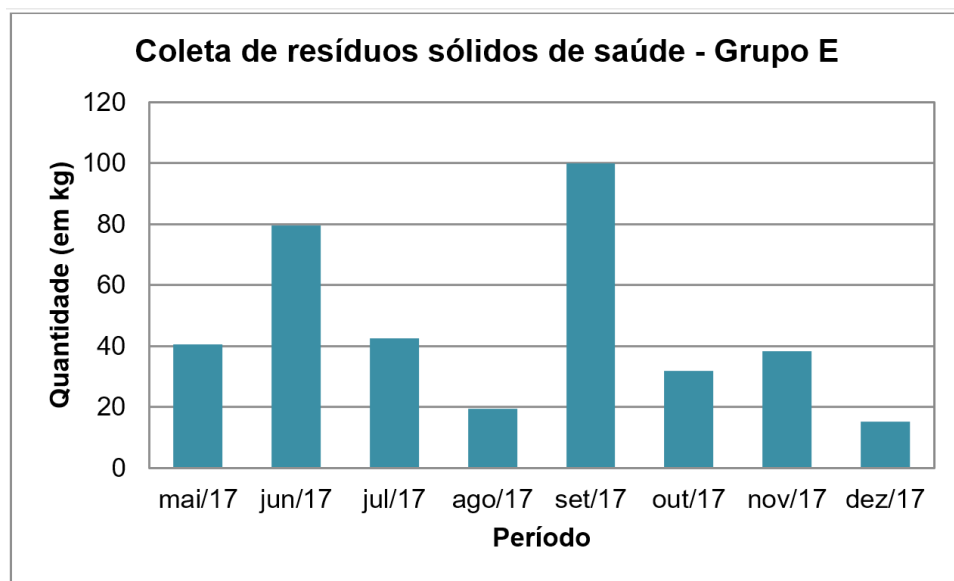


Figura 5 – Índice de resíduos coletados do Grupo E.

Fonte: Os autores (2018)

Assim como no Grupo A, foi observado que há uma variação significativa dos resíduos coletados no Grupo E (grupo responsável pelos materiais perfurocortantes, como materiais de coleta de sangue, injeções, entre outros). Nesse caso, houve a necessidade de realizar uma capacitação específica dos colaboradores que transportam este material ao local de coleta. Além disso, foi realizado um controle rigoroso quanto à contratação da empresa que prestará o serviço de coleta, pois por se tratar de um material que pode causar prejuízo a saúde de quem os transporta, o hospital torna-se responsável pelos danos à saúde de todos os colaboradores envolvidos no processo de destinação final dos resíduos da saúde gerados.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS) é um instrumento que permite mitigar o índice de resíduos gerados na rede hospitalar, proporcionando à proteção dos colaboradores, bem como a preservação da saúde pública, dos recursos naturais e do meio ambiente. A utilização destes conceitos estratégicos tem se tornado primordiais para garantir o desempenho socioambiental, pois estas mudança de comportamento, frente às ações ambientais, fornecem níveis distintos de desenvolvimento no gerenciamento de realidades e, portanto, necessitam de soluções diferentes.

Desta forma, este trabalho apresentou como objetivo verificar as atividades utilizadas para a implantação do Plano de Gerenciamento dos Resíduos do Serviço de Saúde – PGRSS no Hospital Alfa, tendo como base as premissas estabelecidas pela certificação OHSAS 18.001. Através desta pesquisa também foi possível evidenciar que com esta nova forma de gerenciar os resíduos sólidos gerados pelo hospital em análise, todos os colaboradores estão mais seguros e têm maior controle quanto aos resíduos que são gerados após o tratamento dos hospitalizados.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. RDC n. 306, de 7 de dezembro de 2004. **Dispõe sobre o regulamento técnico para do gerenciamento de resíduos de serviços de saúde.** Diário Oficial, Brasília, 10 dez. 2004. Disponível em: [http://www.unifesp.br/reitoria/residuos/legislacao/arquivos/rdc\\_306\\_anvisa.pdf](http://www.unifesp.br/reitoria/residuos/legislacao/arquivos/rdc_306_anvisa.pdf). Acesso em: 26 dez. 2016.

BARSANO, P. R.; BARBOSA, R. P. **Segurança do trabalho – Guia prático e didático.** 1. Ed. São Paulo: Érica, 2014.

BITENCOUT, C. L.; QUELHAS, O. L. G.; LIMA, G. B. A. Mapa de riscos e sua importância: como aplica-lo a uma gráfica. In: **Congresso Nacional de Engenharia de Produção**, 1999.

CAGNO, E.; MICHELI, G. JL; PEROTTI, S.. Identification of OHS-related factors and interactions among those and OHS performance in SMEs. **Safety Science**, v. 49, n. 2, p. 216- 225, 2011.

CARRIJO, J. R. S.; FIDENCIO, R. D.; JUNIOR, A. P. *Implantação da OHSAS 18001: Um estudo de caso em uma empresa construtora da cidade de Bauru-SP*. In: **VIII Congresso nacional de excelência em gestão**, Rio de Janeiro. 2012.

CARVALHO, M.M; RABECHINI JUNIOR, R. **Competências para Gerenciar Projetos - Teoria e Casos**. São Paulo: Atlas, 2006.

COLENGHI, V. M. **O & M e qualidade total**: uma interpretação perfeita / Vitor Mature Colenghi – 3. ed. – Uberaba: Ed, V. M. Colenghi; 2007.

CONTE, Antônio Lázaro; DURSKI, Gislene Regina. Qualidade. In: MENDES, Judas Tadeu Grassi. **Gestão empresarial**. Curitiba: Editora Gazeta do Povo, 2002.

GARCIA, L. P.; RAMOS, B. G. Z. Gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde: uma questão de biossegurança. Rio de Janeiro. In: **Caderno de Saúde Pública**. v.20, n.3: 744-752. mai/jun.2004.

GONÇALVES, José Ernesto Lima. As empresas são grandes coleções de processos. **RAE – Revista de Administração de empresas**. São Paulo, v.40, n.1, p. 6-19, jan/mar, 2000.

HELEODORO, A.. **Avaliação de riscos à saúde e segurança do trabalho em uma unidade de beneficiamento de carvão**: estudo de caso. Monografia de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), 2012.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia do trabalho científico**: procedimentos básicos, pesquisa bibliografia, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

MARTINI, J. G. **Auditoria em enfermagem**. Série especialidades. São Paulo: Difusão editora, 2009.

NEVES, W. B.; *et al.* Mapa de risco em laboratório clínico. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, n. 36, 2006. Disponível em: [http://www.biotecnologia.com.br/revista/bio36/lab\\_36.pdf](http://www.biotecnologia.com.br/revista/bio36/lab_36.pdf). Acesso em: 06 de jan. de 2017.

PERALTA, C.B.L; FERREIRA, E.P.; BITENCOURT, L.C.; Estudos e aplicações de melhorias ergonômicas em uma serraria. In: **Anais XIX Simpósio de Engenharia de Produção**, Bauru/SP. 2012.

SILVA, E. L. da; MENEZES. E.M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**, UFSC, 4. ed. Ver. Atual. Florianópolis, 2005.

TRAMONTINI, Atílio. **Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde: diagnóstico e diretrizes para gestão hospitalar**. Passo Fundo/RS. 2009. Dissertação de Mestrado. Universidade de Passo Fundo.

## AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DOS AGENTES QUÍMICOS PRESENTES NO PROCESSO DE SOLDAGEM

**Stella de Paiva Espíldora Santolaia**

Universidade Federal do Paraná

Jandaia do Sul – Paraná

**Lucas Soares Pina**

Universidade Federal do Paraná

Jandaia do Sul – Paraná

**RESUMO:** O setor de manutenção possui muitas atividades que podem expor os trabalhadores a inúmeros riscos, podendo tornar o ambiente insalubre para os mesmos. A atividade de soldagem é uma das que se destacam devido a sua exposição a agentes químicos, nela os colaboradores estão expostos a partículas em suspensão, que são constituídas por uma gama de metais como zinco, níquel, manganês, alumínio, ferro, dentre outros. Esses agentes químicos quando respirados pelo trabalhador podem causar danos à saúde dependendo de sua concentração no ambiente. O presente trabalho teve por objetivo a avaliação quantitativa dos agentes químicos presentes no processo de soldagem e a recomendação de medidas de controle para reduzir a exposição do trabalhador. Concluiu-se que não há nenhum agente químico provocando danos à saúde, não se caracterizando o ambiente como insalubre. Contudo, o agente manganês apresentou concentração limite, recomendando-se à

adoção de um equipamento de proteção respiratória, máscara semi-facial PFF2 para fumos metálicos com o intuito de minorar a exposição do trabalhador ao agente.

**PALAVRAS-CHAVES:** (Agentes químicos, NR 15, Soldador, Avaliação química)

**ABSTRACT:** The resting process sector has many activities that can expose workers to innumerable risks, the perils becoming unhealthy for them. The consumerization of a health care company is one of the factors that most contribute to the reduction of exposure, and are made up of a range of metals such as zinc, nickel, manganese, aluminum, iron, among others. The present work had a quantitative evaluation of the chemical agents present in the welding process and a recommendation of control measures to reduce worker exposure. What does not exist a chemical agent is dangerous to health, is not characterizing the environment as unhealthy. However, the manganese agent had a description of the limiting technique, recommending the use of a respiratory protection equipment, semi-facial mask in order to apply a method of exposure to the exposure of the agent.

**KEY WORDS:** (Chemical Agents, NR 15, Welder, Chemical Evaluation)



## 1 | INTRODUÇÃO

De acordo com estatísticas do Ministério do Trabalho, dentre as categorias mais afetadas pelos acidentes do trabalho estão a dos metalúrgicos, que desenvolvem uma das atividades que mais causam danos à saúde dos trabalhadores que é a atividade de soldagem. Nela os soldadores ficam expostos principalmente a resíduos químicos da solda que ficam suspensos no ar, conhecidos como fumos metálicos.

Sabendo-se que estes fumos podem provocar danos à saúde humana dependendo da impureza, concentração e intensidade, eles são responsáveis pelo elevado índice de doenças respiratórias e doenças que afetam o pulmão entre os soldadores a médio e longo prazo (ANTONINI et al., 1998).

Gomes e Rupphental (2002) orientam que o processo de soldagem deve ser desenvolvido por profissionais qualificados e que se importem com a segurança e higiene do trabalho, pois a grande maioria dos acidentes da atividade de solda decorrem da falta de conhecimento das regras de segurança e dos riscos envolvidos, como também, pela não utilização dos equipamentos de proteção individual e de proteção coletiva.

Diante dos conceitos apresentados, este trabalho teve por objetivo a avaliação quantitativa dos agentes químicos presentes no processo de soldagem e a recomendação de medidas de controle para reduzir a exposição do trabalhador.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Risco químico

Fiocruz (2004) descreve o risco químico como sendo “o perigo a que determinado indivíduo está exposto ao manipular produtos químicos que podem causar-lhe danos físicos ou prejudicar-lhe a saúde. Os danos físicos relacionados à exposição química incluem, desde irritação na pele e olhos, passando por queimaduras leves, indo até aqueles de maior severidade, causados por incêndios ou explosões”. Os danos à saúde podem advir de exposições relacionadas ao contato de produtos químicos tóxicos com a pele e olhos, bem como a inalação de seus vapores, resultando em doenças respiratórias crônicas, doenças do sistema nervoso, doenças nos rins e fígado, e até mesmo alguns tipos de câncer.

A norma regulamentadora 9 do Ministério do Trabalho e Emprego, também descreve os riscos químicos, o que pode ser observado em seu item 9.1.5.2:

- a. “São considerados agentes químicos as substâncias, compostos ou produtos que possam penetrar o organismo pela via respiratória, nas formas de poeiras, fumos, névoas, neblinas, gases ou que, pela natureza da atividade de exposição, possam ter contato ou ser absorvidos pelo organismo através da pele ou por ingestão”.

## 2.2 Soldagem e fumos metálicos

A soldagem é o mais importante processo de união de metais utilizado industrialmente, baseia-se na união de duas ou mais partes metálicas aplicando-se uma elevada densidade de energia, formando-se assim uma nova parte (MAGRINI, 1999). O processo pode ser utilizado na fabricação de estruturas simples como portões ou aplicado em indústrias químicas, petrolíferas e nucleares, que possuem elevado grau de complexidade (MARQUES *et al.*, 2009).

Na execução do processo de soldagem ocorre a vaporização e o derretimento do eletrodo consumível. Este metal, quando vaporizado, forma partículas sólidas conhecidas como fumos metálicos que são partículas de óxido de metais muito finas (LYTTLE, 1999). A exposição a esses fumos se caracteriza como um dos principais riscos da atividade de solda (MATHEUS, 2009).

## 2.3 Limites de tolerância aos agentes químicos

O Ministério do Trabalho e Emprego regulamenta em sua norma regulamentadora 15 e em seus anexos 11 a 13 os limites de tolerância permitidos para a caracterização de atividades ou operações insalubres provenientes de agentes químicos.

Define-se segundo a NR 15 que, o limite de tolerância é a “concentração ou intensidade máxima ou mínima, relacionada com a natureza e o tempo de exposição ao agente, que não causará danos à saúde do trabalhador, durante a sua vida laboral”. Devendo ocorrer quando caracterizado situações que estejam fora dos limites de tolerância:

- a. Com a adoção de medidas de ordem geral que conservem o ambiente de trabalho dentro dos limites de tolerância;
- b. Com a utilização de equipamento de proteção individual.

A norma traz também a relação das substâncias que são consideradas cancerígenas, não sendo permitida nenhuma exposição, independente da via utilizada. As substâncias são:

- a. 4 – Amino difenil (p-xenilamina);
- b. Produção de benzidina;
- c. Betanaftilamina;
- d. 4 – Nitrodifenil.

Os processos e operações que por ventura venham apresentar essas substâncias deveram passar por melhorias a fim de se obter um ambiente de trabalho hermético. Sua não realização caracteriza condição de risco grave e iminente aos trabalhadores.

Além das normas nacionais, as normas internacionais também são muito utilizadas no Brasil como referência, dentre elas se destaca a ACGIH (*American Conference*

of *Governmental Industrial Hygienists*) organização que há 80 anos é reconhecida mundialmente como autoridade em higiene ocupacional. Com atualizações anuais, suas publicações são utilizadas como referências na atualização e criação de normas de saúde e segurança do trabalho (ACGIH, 2018).

## 2.4 Danos à saúde causados por agentes químicos

Dracena (2013) classifica o tipo dos agentes químicos e seus riscos à saúde:

- a. Efeitos irritantes são causados por ácido clorídrico, ácido sulfúrico, amônia, soda cáustica, cloro, que provocam irritações das vias aéreas superiores;
- b. Efeitos asfixiantes são causados por gases como hidrogênio, nitrogênio, hélio, metano, acetileno, dióxido de carbono, monóxido de carbono, dentre outros, provocando dores de cabeça, náuseas, sonolência, convulsões, coma e até o óbito;
- c. Efeitos anestésicos são causados pela maioria dos solventes orgânicos como o butano, propano, aldeídos, acetona, cloreto de carbono, benzeno, xileno, álcoois, tolueno, possuem ação depressiva sobre o sistema nervoso central, podem provocar também diversos danos aos demais órgãos;
- d. Poeiras minerais são provenientes de diversos minerais como, sílica, asbesto, carvão mineral, provocando silicose, asbestose, pneumoconioses;
- e. Poeiras vegetais, geradas através do tratamento industrial, por exemplo, bagaço de cana e de algodão, causadores da bagaçose e da bissinose;
- f. Poeiras alcalinas, gerado principalmente pelo calcário é causadora de doenças pulmonares obstrutivas crônicas como o enfisema pulmonar;
- g. Poeiras incômodas são poeiras presentes no ambiente que em contato com outros agentes químicos presente tornar-se nocivo à saúde;
- h. Fumos metálicos são gerados pela usinagem de metais como, chumbo, manganês, ferro, dentre outros, podendo causar doença pulmonar obstrutiva crônica, febre de fumos metálicos, além de inúmeras outras intoxicações específicas dependendo do metal utilizado.

Segundo Filho (2008) existem vários riscos relacionados à exposição a agentes químicos, como por exemplo:

- a. Para exposição a solventes, perda de memória, efeitos narcóticos, alucinações, danos a visão, pele, fígado dentre outros;
- b. Para exposição a solventes clorados, câncer hepático, edema pulmonar, efeitos anestésicos e danos ao intestino;
- c. Para exposição a álcoois, efeitos anestésicos sobre o sistema nervoso central, efeitos tóxicos ao nervo ótico e ao fígado;

O autor ainda apresenta doenças caudas devido a intoxicação aguda e crônica por solventes. Como exemplo da intoxicação aguda, tonturas, anorexia, diarreia e morte. E para a intoxicação crônica a impotência, depressão, perda de memória e capacidade de concentração.

## **2.5 Danos causados pelos fumos metálicos**

A absorção de fumos metálicos no organismo humano e os danos causados podem ser dos mais variados em cada indivíduo, pois as substâncias químicas podem reagir de forma diferente em cada organismo. Isto se deve a sensibilidade de cada pessoa as concentrações impostas, podendo variar com idade, sexo, fatores genéticos, estilo de vida, ingestão de medicamentos e condições médicas preexistente (ACGIH, 2013).

Quanto menor a partícula mais prejudicial pode ser, pois podem entrar pelo sistema respiratório e se depositar nos alvéolos dos pulmões, já partículas maiores podem ser depositadas no sistema respiratório (ANSCHAU, 2010).

## **3 I MATERIAIS E MÉTODOS**

Este trabalho foi realizado no setor de manutenção de um condomínio residencial, sendo de ordem descritivo e exploratório de caráter quantitativo, propondo recomendações viáveis ao empregador e ao trabalhador.

### **3.1 Equipamento utilizado**

Para a realização da avaliação química foram utilizadas duas bombas gravimétricas da marca INSTRUTHERM, modelo GILAIR – 5 para poeiras e gases, um amostrador de filtro de éster de celulose de  $0,8 \mu\text{m}$  montado para uso com amostrador IOM e um amostrador de filtro de éster de celulose de  $0,8 \mu\text{m}$ . A análise química do amostrador foi feita em laboratório, sendo utilizada a metodologia NIOSH 7303. Para a avaliação de campo, foram seguidos os critérios e procedimentos descritos na norma de higiene ocupacional 08 da FUNDACENTRO.

### **3.2 Procedimentos de avaliação**

Iniciou-se o procedimento de avaliação com a montagem dos amostradores nas bombas gravimétricas, posteriormente, as fixaram no trabalhador posicionando o amostrador próximo a zona respiratória do mesmo, região hemisférica com um raio de  $150 \pm 50 \text{ mm}$ , medido a partir das narinas. As bombas gravimétricas foram devidamente calibradas antes e após avaliação, obtendo intervalo de vazão inferior a  $\pm 5\%$  conforme estabelece a NHO 08.

### 3.3 Registros fotográficos da avaliação

Durante a realização dos procedimentos de avaliação, foram realizados registros fotográficos das etapas, conforme apresentados na figura 1.



Figura 1 – Registro fotográfico da avaliação

Fonte: Autor

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após análise laboratorial dos amostradores utilizados, foram obtidos os resultados com seus respectivos limites de tolerância, quando não há limites registrados para a NR 15, utilizaram-se os limites definidos de acordo com a ACGIH conforme o quadro 1.

Agente químico	Resultados	Limites de exposição (TLV) Valores adotados 2017 (ACGIH)			NR 15 Anexo 11
		TWA	STEL / TETO	Notações	
	mg / m <sup>3</sup>	mg / m <sup>3</sup>	mg / m <sup>3</sup>		mg / m <sup>3</sup>
Antimônio	<0,01	0,5	-	-	-
Cádmio	<0,0004	Cd = 0,01 CCd = 0,002	-	A2	-
Cálcio, como óxido de cálcio	<0,1	2	-	-	-
Chumbo	<0,001	0,05	-	A3	0,1
Cobalto	<0,001	0,02	-	A3	-
Cobre	<0,01	Fcu = 0,2 PNCu = 1	-	-	-

Cromo	<0,01	MCCr = 0,5	-	A4	-
Estanho	<0,01	M = 2 CIO = 2 COE = 0,1	COE = 0,2	COE = A4	-
Manganês	0,02	0,02	-	A4	-
Titânio, como dióxido de titânio	<0,1	10	-	A4	-
Alumínio	<0,1	1	-	A4	-
Ferro, como óxido	0,4	5	-	A4	-
Molibdênio	<0,01	CS = 0,5 MCI = 10	-	CS = A3	-
Zinco, como óxido	<0,1	2	10	-	-
Magnésio, como óxido	<0,1	10	-	A4	-
Níquel	<0,01	Ni = 1,5 CIS = 0,1 CIn = 0,2 SubNi = 0,1	-	Ni = A5 CIS = A4 CIn = A1 SubNi = A1	-

Quadro 1 – Resultados da avaliação química

Fonte: Autor

As nomenclaturas A2, A3 e A4, são utilizadas para representar respectivamente, carcinogênico humano suspeito, carcinogênico animal confirmado com relevância desconhecida aos seres humanos e não classificado como carcinogênico humano.

Portanto, concluiu-se que não há nenhum agente causando risco grave e eminente ao trabalhador, nem tornando o ambiente insalubre para a realização das atividades, todos os agentes estão dentro dos limites máximos permitidos.

O agente manganês apresentou concentração limite, devido a isso, recomendou-se a adoção do equipamento de proteção respiratória para proteção contra fumos metálicos semi-facial PFF2. Esta avaliação não excluiu a obrigatoriedade da utilização dos equipamentos de proteção individual para a atividade de solda.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação de agentes químicos é essencial para a identificação dos riscos químicos existentes no ambiente de trabalho, sendo possível encontrar sua concentração real para fins de comparação com os limites de tolerância presente nas normas nacionais e internacionais. Esse comparativo é de suma importância para a verificação de um possível ambiente insalubre e da identificação de agentes químicos que podem estar provocando danos à saúde dos trabalhadores. A etapa de avaliação química faz parte do programa de prevenção de riscos ambientais, obrigatório segundo a norma regulamentadora 9 do MTE, servindo de base para os médicos do trabalho realizarem os exames do programa de controle médico de saúde ocupacional exigido pela norma regulamentadora 7 do MTE.

Com a presente avaliação, concluiu-se que não há para o soldador nenhum



agente químico causando risco à sua saúde. O manganês apresentou concentração limite, esse agente é classificado como aerodispersóide sistêmico, pois ele tem a capacidade de atacar os órgãos internos. Devido a isso, recomendou-se a adoção do equipamento de proteção respiratória para minorar a concentração ao qual o trabalhador está exposto.

## REFERÊNCIAS

ACGIH – American Conference of Governmental Industrial Hygienists. **Limites de exposição ocupacional (TLVs®) para substâncias químicas**. 2016. Disponível em: Acesso em: 27 de jan. de 2018.

ACGIH – American Conference of Governmental Industrial Hygienists. **Limites de exposição ocupacional (TLVs®) para substâncias químicas e agentes físicos e índices biológicos de exposição (BEIs®)**. Tradução: Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais – ABHO, São Paulo – SP, 2013.

ANSCHAU, L. D. **Análise de fumos de soldagem, sistemas de proteção e desenvolvimento de protótipo para estudo da emissão de fumos de soldagem para processo MIG/MAG**. Trabalho de conclusão do curso de Engenharia mecânica da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, Panambi, 2010.

ANTONINI J.M.; MURTHY G.G.K.; ROGERS, R.A.; ALBERT, R.; EAGAR, T.W.; ULRICH, G.D. & BRIAN, J.D. How welding fumes affect the welder. **Welding Journal**, v. 77, n,10, p. 55- 59, 1998.

BRASIL. ALEXANDRE ZIOLI FERNANDES. (Org.). **ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE ACIDENTES DO TRABALHO**. Brasília, 2015. Disponível em: <<http://www.previdencia.gov.br/wp-content/uploads/2017/05/aeat15.pdf>>. Acesso em: 21 dez. 2017.

DRACENA. **Agentes Químicos**. Disponível em: <<http://www.dracena.unesp.br/Home/Instituicao/cipa/agentes-quimicos.pdf>>. Acesso em: 11 fev. 2018.

FILHO, Antônio F. **Segurança em laboratório químico**. Conselho Regional de Química – IV Região Minicursos. São Paulo. 2008. Disponível em: <[http://www.crq4.org.br/sms/files/file/mini\\_seg\\_lab\\_2008.pdf](http://www.crq4.org.br/sms/files/file/mini_seg_lab_2008.pdf)>. Acessado em: 11 fev. 2018.

FIOCRUZ. **Riscos Químicos**. 2004. Disponível em:<[http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/lab\\_virtual/riscos\\_quimicos.html](http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/lab_virtual/riscos_quimicos.html)>. Acesso em: 12 fev. 2018.

FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO. **NHO 08: Coleta de Material Particulado Sólido Suspenso no Ar de Ambientes de Trabalho**. São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.fundacentro.gov.br/biblioteca/normas-de-higiene-ocupacional/publicacao/detalhe/2013/3/nho-0-coleta-de-material-particulado-solido-suspenso-no-ar-de-ambientes-de-trabalho>>. Acesso em: 11 fev. 2018.

GOMES, A.A. & RUPPENTHAL, J.E. **Aspectos de higiene e segurança na soldagem com eletrodos revestidos em microempresas do tipo serralheria**. In... XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Curitiba, 2002.

LYTTLE, K. A. **Decrease Fume, Increase Productivity**: Optimized Consumables Selection for an Improved Working Environment and Reduced Welding Costs. *Welding in the World/Le Soudage Dans Le Monde*, Roissy, v. 43, Supplementary Issue: THE HUMAN FACTOR AND ITS ENVIRONMENT, p. 75 - 84, 1999.

MAGRINI, R. O. **Segurança do Trabalho na Soldagem Oxiacetilênica**. 2.ed. São Paulo: FUNDACENTRO, 1999. 72 p.

MARQUES, Paulo Villani; MODENESI, Paulo José; BRACARENSE, Alexandre Queiroz. **Soldagem fundamentos e tecnologias**. 3. ed. Belo Horizonte: Ufmg, 2009.

MATHEUS, Bruna P.; DAHER, Maria José E. **Risco químico relacionado aos fumos de solda e poeira metálica**. Revista Rede de Cuidados em Saúde, n.3, v.3, 2009. Disponível em: Acesso em: 18 fev. 2014.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR 09: Programa de Prevenção de Riscos Ambientais**. Brasília, 1978. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR09/NR-09-2016.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2018.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR 15: Programa de Prevenção de Riscos Ambientais**. Brasília, 1978. Disponível em: < <http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR15/NR-15.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2018.

## O GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NA CIDADE DE ILHÉUS: UM ESTUDO DE CASO

### **Antonino Santos Batista**

Universidade Estadual de Santa Cruz –  
DCET - Ilhéus-Bahia

### **Antônio Oscar Santos Góes**

Universidade Estadual de Santa Cruz –  
DCAC - Ilhéus-Bahia

### **Almeciano José Maia Júnior**

Universidade Estadual de Santa Cruz –  
DCAC - Ilhéus-Bahia

### **Maria Josefina Vervloet Fontes**

Universidade Estadual de Santa Cruz – DCAC -  
Ilhéus-Bahia

### **Cheila Tatiana de Almeida Santos**

Universidade Estadual de Santa Cruz – DCEC -  
Ilhéus-Bahia

### **Luan Moreti Alves do Nascimento**

Universidade Estadual de Santa Cruz - DCET -  
Ilhéus-Bahia

**RESUMO:** Os problemas ambientais, bem como a consciência acerca dessa questão, têm crescido como reação às práticas insustentáveis. As organizações são convocadas a repensarem seus papéis e seus modelos de gestão dos resíduos sólidos. Sob essa perspectiva, este trabalho discute de que forma é feita a gestão dos resíduos sólidos e quais são os destinos dos mesmos no município de Ilhéus (BA). O objetivo principal é o gerenciamento das sobras produzidas pelo município. Outros

propósitos são: descrever procedimentos de sustentabilidade e, por fim, procurar meios de integrar/incentivar a coleta seletiva. Utilizaram-se observações, documentos de ata, aspectos da gestão nacional dos resíduos sólidos como exemplos e ações de sustentabilidade. Os resultados apontam que o município cumpre de maneira incipiente suas obrigações com o meio natural. Muitos desafios existem, como: conscientizar a população em pensar acerca da sustentabilidade, aplicar ferramentas estratégicas que incluam o meio ambiente e descarte de resíduos no local investigado, aumentar o tratamento dos lixos etc.

### **PALAVRAS-CHAVES:**

Gestão, Sustentabilidade, Município.

## 1 | INTRODUÇÃO

Um dos principais desafios deste milênio é a procura por um novo modelo de manejo dos resíduos sólidos urbanos (MORAES, 2003). A necessidade de mudanças comportamentais do cidadão em relação à sua forma de consumo é cada vez mais pregada, além da minimização da fonte de resíduos e da sua destinação final. Tais pensamentos relacionam os resíduos sólidos à qualidade de vida e ambiental da sociedade (NUNESMAIA, 2002). Vê-se, pois, a preocupação da sociedade em torno do meio

natural.

O assunto vem sendo prioridade desde o final do século passado, onde conferências globais contribuíram para tais pensamentos. Porém, pouco tem sido feito quando se observa o crescimento da geração dos resíduos, uma vez que o desenvolvimento dos produtos é alinhado à obsolescência programada e, assim, aumentando a cultura da descartabilidade e consumo demasiado (JACOBI; BESEN, 2011).

Uma das grandes discussões atuais da sociedade diz respeito ao grande desenvolvimento industrial e urbano, diretamente relacionado à agressão ao meio ambiente. Uma comoção mundial surgiu, após perceber a necessidade de continuar produzindo, para suprir a necessidade da sociedade, sem esgotar os recursos naturais disponíveis. O meio urbano é um dos principais produtores de lixo da sociedade. Pergunta-se: Existe tratamento? Sabe-se que os detritos são, em sua maioria, despejados no meio natural, de forma direta ou indireta, inclusive o lixo doméstico produzido. Criou-se, então, uma busca incessante, por parte de toda a sociedade, por uma forma de gerenciar a produção de resíduos sólidos.

Sob essa perspectiva, este trabalho estuda o gerenciamento da produção dos resíduos sólidos do município de Ilhéus, Bahia, Brasil. Para o alcance desse propósito nuclear, têm dois pensamentos complementares que permitem resultados a serem encontrados: a) o ciclo da coleta de lixo da cidade analisada; b) a gestão da destinação dos resíduos sólidos. O referencial teórico discutiu a sustentabilidade urbana, a redução de resíduos sólidos municipais e integração entre as sobras. A pesquisa foi básica, exploratória, qualitativa, bibliográfica, iconográfica, além das reflexões feitas entre a teoria e a realidade vivenciada nas práticas de sustentabilidade.

Para início do trabalho, inquire-se, então, como a gestão municipal conduz a questão do gerenciamento dos resíduos produzidos no município de Ilhéus (Ba), frente aos desafios da sustentabilidade.

## **2 | REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO**

### **2.1 Sustentabilidade urbana e redução de resíduos**

Diante da situação enfrentada pela sociedade atual, percebe-se que a má gestão da geração de resíduos sólidos, gera um transtorno gigantesco ao meio natural. Como consequência disso ver-se a degradação do solo, contaminação dos lençóis freáticos e mananciais, aumento da ocorrência de enchentes, contribuição para a poluição do ar e proliferação de transmissores de doenças que perturbam a saúde sanitária dos centros urbanos (BESEN et al., 2010). Por outro lado, a adoção de práticas sustentáveis, bem como o gerenciamento de resíduos e uma produção ambientalmente limpa, é público e notório. Assim, estas ações contribuem consideravelmente para a diminuição dos impactos ambientais.

Acerca dos métodos que contribuam para a sustentabilidade, há uma disparidade entre os países mais ricos e os que se encontram em desenvolvimento acelerado. Os países mais ricos, os maiores geradores de resíduos sólidos urbanos e industriais, encontram aparatos, que os fazem equacionar melhor sua gestão, como a conscientização da população sobre a importância de se adquirir práticas sustentáveis e o desenvolvimento tecnológico. Já os países que estão em crescimento acentuado, encontram dificuldade em por em prática a gestão sustentável dos seus resíduos sólidos, por conta do processo de desenvolvimento urbano que ocorre em uma velocidade gigantesca, acarretando assim, vários problemas nos serviços básicos da sociedade. Sendo assim, percebe-se falta de saneamento básico, tratamento de água, coleta de lixo, acúmulo de resíduos em lugares indevidos, entre outros.

Outros vieses importantes são os países subdesenvolvidos, estes possuem vários agravantes, além dos encontrados nos países desenvolvidos e em desenvolvimento. Têm-se, pois, a situação econômica desequilibrada, a falta de conhecimento, tanto no ramo científico, quanto no senso comum e o desinteresse por parte dos responsáveis pelo assunto. Todos estes aspectos contribuem para que as sociedades desses países encontrem-se em situações deploráveis ou vias de reprovação, onde nem as necessidades mais simples são supridas e também não há perspectiva à longo prazo de melhora, por conta da má ou ausência da gestão de resíduos sólidos.

Com o passar do tempo, a produção de resíduos sólidos só tende a aumentar, em contra partida o gerenciamento sustentável não evolui na mesma escala. Esse aumento de produção há, também, um crescente na periculosidade dos materiais, os quais apresentam maior dificuldade em se decompor na natureza e também na sua reciclagem. (OMS, 2010; EPA, 2010).

Outra percepção nas cidades urbanizadas é a dificuldade de se encontrar lugares para o despejo dos resíduos urbanos coletados, a existência de ferramentas para a melhor gerência da coleta e reciclagem desses objetos e também tecnologias que favoreçam a reutilização dessas sobras. Por conta desses agravantes, o impacto à natureza é eminente, finalizando assim a um prejuízo maior ao ser humano, cujo necessita dos recursos naturais bem conservados, para sobrevivência futura (GOUVEIA, 1999).

Sabe-se que é de responsabilidade pública municipal o gerenciamento dos resíduos sólidos produzidos, desde estágio da coleta até a destinação final, no âmbito dos municípios, tendo como propósito agredir de maneira mínima o meio ambiente natural. Quando se foge dessa realidade, o lixo urbano entra em contato de maneira indevida com a natureza, acumulando-se de maneira gradativa, poluindo as ruas, os rios, grandes espaços que deveriam ser utilizados com outras finalidades e até mesmo pontos históricos dos municípios.

Várias são as origens dos resíduos sólidos, há uma grande variedade destes e por conta disso, amplas são as possibilidades da reciclagem e reutilização dos mesmos. Existem também por conta disso um grande número de possíveis fins e

locais onde esses lixos devem ser dispostos quando não utilizados. Embasado nessa imensa variedade, a gestão dos vários tipos de resíduos sólidos produzidos, possuem legislação específica (JACOBI; BESEN, 2006).

Resíduos sólidos	Fontes geradoras	Resíduos produzidos	Responsável	Tratamento e disposição final
Domiciliar(RSD)	Residências, edifícios, empresas, escolas	Sobras de alimentos, produtos deteriorados, lixo de banheiro embalagens de papel, vidro, metal, plástico, isopor, longa vida, pilhas, eletrônicos baterias, fraldas e outros	Município	1. Aterro sanitário 2. Central de triagem de recicláveis 3. Central de compostagem 4. Lixão
Comercial Pequeno gerador	Comércios, bares, restaurantes, empresas	Embalagens de papel e plástico, sobras de alimentos e outros	Município define a quantidade	1. Aterro sanitário 2. Central de triagem de recicláveis 3. Lixão
Grande gerador (maior volume)	Comércios, bares, restaurantes, empresas	Embalagens de papel e plástico, sobras de alimentos e outros	Gerador	1. Aterro sanitário 2. Central de triagem de recicláveis 3. Lixão
Público	Varrição e poda	Poeira, folhas, papéis e outros	Município	1. Aterro sanitário 2. Central de compostagem 3. Lixão
Serviços de saúde (RSS)	Hospitais, clínicas, consultórios, laboratórios, outros.	Grupo A – biológicos: sangue, tecidos, vísceras, resíduos de análises clínicas e outros Grupo B – químicos: lâmpadas medicamentos vencidos e interditados, termômetros, objetos cortantes e outros Grupo C – radioativos Grupo D – comuns; não contaminados; papéis, plásticos, vidro	Município e gerador	1. Incineração 2. Lixão 3. Aterro sanitário 4. Vala séptica 5. Micro-ondas 6. Autoclave 7. Central de triagem de recicláveis
Industrial	Industrial	Cinzas, lodos, óleos, resíduos alcalinos ou ácidos, plásticos, papel, madeira, fibras, escórias e outros	Gerador	1. Aterro industrial 2. Lixão



Portos, aeroportos, terminais	Portos, aeroportos, terminais	Resíduos sépticos, sobras de alimentos, material de higiene e asseio pessoal e outros	Gerador	1. Incineração 2. Aterro sanitário 3. Lixão
Agrícola	Agricultura	Embalagens de agrotóxicos, pneus e óleos usados, embalagens de medicamentos veterinários, plásticos e outros	Gerador	Central de embalagens vazias do Inpev3
Construção civil (RCC)	Obras e reformas residenciais e comerciais	Madeira, cimento, blocos, pregos, gesso, tinta, latas, cerâmicas, pedra, areia e outros	Gerador Município e gerador pequeno e grande	1. Ecoponto 2. Área de transbordo e triagem (ATT) 3. Área de reciclagem 4. Aterro de RCC 5. Lixões

Quadro 1: Produtores dos resíduos sólidos e seus respectivos produtos:

Fontes: Retirado do trabalho feito pelos autores Pedro Robert, Jacobi e Gina Rizpah Besen a partir dos informativos de: Sinduscom (2005), EPA (2010), Cetesb (2010) e Inpev (2011)

## 2.2 Gestão integrada e sustentável de resíduos

A geração de resíduos sólidos urbanos vem aumentando exponencialmente, tornando a ideia de sua diminuição necessária, praticamente uma imposição social oriundas dos indivíduos. Assim, o sistema de gerenciamento de resíduos compõe-se de etapas que vão desde a sua geração à disposição final. (MORAES, 2003). A “Gestão de Resíduos Sólidos” abrange todas as normas e leis relacionadas ao tema, enquanto “Gerenciamento Integrado dos Resíduos Sólidos” compreende todas as intervenções acerca dos resíduos, tais como coleta, logística, tratamento e disposição final (LOPES, 2003).

A gestão integrada é a combinação de diversas técnicas para o manejo dos diferentes elementos do fluxo, que visa avaliar e utilizar todos os elementos para uma eficaz solução (MORAES, 2003). Incorporam os meios de prevenção e reparação do problema, visando à preservação dos recursos naturais, a minimização dos gastos com insumos e energia e com a poluição ambiental, além da responsabilidade da sociedade em torno da geração de resíduos (LOPES, 2003).

Segundo a autora Nunesmaia (2002), a gestão integrada refere-se às diversas áreas, como melhorar a tecnologia de eliminação e da valorização para o tratamento dos resíduos através de novas ideias que vão além das compostagens e geração de energia. Esse tipo de gestão induz a ampliação o conceito de responsabilidade na fabricação e utilização dos produtos e embalagens. A autora ainda insere a questão do fortalecimento da participação da população no importante papel de acompanhamento e controle gerencial.

## 2.3 A política nacional dos resíduos sólidos (PNRS)

A PNRS é responsável por estabelecer princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes para a gestão integrada e gerenciamento de resíduos sólidos, atribuindo as responsabilidades aos seus respectivos donos. É de sua competência também, equacionar parâmetros essenciais, como a prevenção e precaução, do agressor ambiental, a sustentabilidade, rateamento das obrigações da gestão dos resíduos produzidos, percepção da importância do lixo como bem econômico e de valor social (BRASIL, 2010).

Dentre os vários objetivos estabelecidos pela lei 12.305 do ano de 2010, um deles é a obrigatoriedade da gestão de resíduos, dentre esses, a não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem, tratamento dos mesmos e a destinação adequada das sobras (RIZPAH,2011). Já nos instrumentos definidos por esta lei, estão à coleta seletiva, os sistemas de logística reversa, o incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas e/ou associações de catadores dos resíduos sólidos e o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR). A coleta seletiva deve ser primeiramente feita com uma separação prévia dos resíduos sólidos nos locais onde são gerados, distinção essa que deve ser feita através da composição material e característica, esta primeira e essencial etapa, leva um descarte ou sustentável das sobras. A logística reversa é uma ferramenta responsável por captar e realocar os resíduos ao meio empresarial para o seu reaproveitamento. Outra parte integrante da Lei 12.305 é criação de cooperativas ou associações de catadores de lixo. (JACOBI, 2011).

Através do decreto 7.404 do ano de 2010, a PNRS, estabeleceu que os sistemas de coleta seletiva e de logística reversa deverão ter como principais cooperadores os catadores e que os municípios deverão equacionar ferramentas que os incluam nos processos, bem como uma série de parâmetros que assegurem o desenvolvimento, fortalecimento e melhor base para a melhor realização das atividades dos colaboradores. Há um grande incentivo por parte da PNRS para a formação de cooperativas intermunicipais que possibilitem uma interação e compartilhamento de conhecimento, bem como práticas, manejos, experiências, entre diferentes realidades.

A distribuição da responsabilidade em cuidar do meio natural, entre todos os integrantes da sociedade, resulta em uma maior efetividade no cumprimento das tarefas sustentáveis, visando uma melhor vivência para todos. Como efeito disso, têm-se cidades mais limpas, menor contaminação dos rios, menor degradação do meio natural, menos lixos depositados em lugares indevidos, entre outras melhorias. Cabe a cada setor social cumprir sua responsabilidade, como o poder público que é responsável por apresentar planos para o manejo sustentável dos resíduos sólidos, as empresas que devem recolher os produtos finais após o uso, quando isso é possível ao restante da sociedade, no caso os habitantes dos municípios, participar e respeitar os programas de coleta seletiva, cada um executando o que é de sua responsabilidade.

### 3 | METODOLOGIA

É abordado neste ensaio o gerenciamento dos resíduos sólidos e a sustentabilidade no município de Ilhéus-Bahia-Brasil. O cerne desta revisão literária é estruturar um quadro teórico-conceitual a problemática em análise, em princípio, uma discussão para melhor entendimento do tema em lide. A pesquisa exploratória de cunho qualitativo e básico, com ênfase no encaminhamento bibliográfico, utilizou-se do estudo de caso no município citado. No trabalho de campo, buscaram-se informações de como é feita a coleta de lixo e a reciclagem, através de exposições documentais, tais como; folder, relatórios, portarias, editais, licitações, além da telematizada. Todas as observações feitas *in loco* seguiram parâmetros pré-estabelecidos que facilitaram evidenciar as problemáticas do município e das dificuldades encontradas pelos gestores.

### 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 4.1 O município de Ilhéus frente ao gerenciamento dos resíduos sólidos

A cidade de Ilhéus está localizada no sul do estado da Bahia. É uma cidade de pequeno porte, possui cerca de 184.236 mil habitantes (IBGE, 2010). Segundo o último censo do Ministério do meio ambiente cada brasileiro gera em média 1 kg de lixo por dia (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2013). Fazendo um procedimento de cálculos de matemática simples, produz-se, em média, 184.236kg de lixo por dia, na cidade de Ilhéus. A produção dos resíduos sólidos é feita quase que de forma uniforme em todas as cidades, o que diferencia em algumas situações, é a quantidade e a frequência da produção. Em suma, o lixo são as sobras da utilização de materiais necessários ao dia-a-dia da população. Trazendo para a realidade da cidade estudada, neste artigo, o lixo produzido nas residências, em sua maioria, é colocado em sacos plásticos, sem nenhum tipo de separação de materiais ou ferramenta parecida, após essa etapa, o lixo é posto em áreas externas das residências, reservadas para o armazenamento desses resíduos (lixeriras). Em seguida, a prefeitura municipal, através de contratos (licitações), firma compromisso com empresas encarregadas da coleta desse lixo nas residências, essas que são feitas em sua maioria regularmente, porém há relatos de transtornos pelo atraso da coleta. A empresa responsável por fazer a captação de resíduos, transporta as sobras das residências até os locais de depósitos (lixões).

O quadro 1, a seguir, representa o ciclo do lixo, da residência até o destino final.

<p>&gt;Primeira Etapa</p> 	<p>&gt;Segunda Etapa</p> 
<p>&gt;Terceira Etapa</p> 	<p>&gt;Consequências</p> 
<p>&gt;Consequências</p>  <p>CONTAMINAÇÃO DE RIOS E MARES</p>	<p>&gt;Consequências</p> 

Quadro 1- Etapas da do ciclo dos resíduos sólidos do município de Ilhéus (Ba)

Fonte: Dados a imagem da pesquisa.

Como especificado antes, no quadro anterior, nas etapas um, dois e três representam a ida do lixo da residência até o lixão, que é a principal destinação dos resíduos do município (Lei Municipal nº 3.804 – Resíduos sólidos, 2016). As imagens restantes, que compõem o quadro, representam os danos causados pela má gestão do gerenciamento de resíduos sólidos. É evidente que o depósito do lixo no aterro, não é o melhor dos destinos finais para as sobras, porém não proporciona poluição das áreas urbanas e nem de rios e matas, diretamente, mas sim, indiretamente. A gestão incipiente dos resíduos sólidos gera: contaminação dos recursos naturais; contaminação de áreas urbanas; poluição de rios e florestas; contaminação dos lençóis freáticos; aumento de animais transmissores de enfermidades; proliferação de doenças. Tudo impacta desfavoravelmente na natureza. Percebe-se, pois, que a atividade de recolha dos materiais pela prefeitura da cidade estudada não está em conformidade minimamente aceitável. Assim, as ações ainda são feiras de forma

divergente com a gestão de resíduos profissionalizada. É lamentável, uma cidade como Ilhéus proceder de forma a agredir o meio natural com despejos de materiais em lixões, verdadeiro lixões, sem nenhum tratamento.

A cidade de Ilhéus é rica em recursos naturais, bem como uma grande quantidade de mata atlântica e de rios. De fato, o lixo altera significativamente o cenário natural, muitos e imensuráveis são os danos ocasionados pelo acúmulo do mesmo, em locais indevidos. Na pesquisa de campo para coleta de dados, percebeu-se uma organização formal ainda primária, do ciclo de captação e disposição final do lixo, ações mostradas nas imagens um, dois e três. As ações postas em práticas pelos gestores são primárias, levando em consideração o tamanho do município, da quantidade de lixo que é gerado. O que se vê é uma ação precária, modelo arcaico. Observa-se que não existe uma preocupação com o lixo. Além dos impactos causados por essa má gestão.

Inicialmente, deveria adotar o mesmo sistema de captação de lixo de grandes capitais. Incentivar aos moradores em fazer a separação de lixo, motivação essa que partiria da instalação de lixeiras específicas da coleta seletiva. Após isso, exigir que a empresa responsável por fazer o transporte de lixo, capacite-se em fazer a coleta seletiva e por fim, encontrar meios legais e sustentáveis de se destinar os resíduos sólidos produzidos pela população, fim esse, que poderia ser uma forma de gerar renda para pessoas sem emprego, acarretando assim, aumento de pessoas com poder econômico ativo no município.

#### **4.2 O desafio do município de Ilhéus com a inclusão de coleta seletiva**

Atualmente, século XXI, a coleta seletiva é feita de forma bem primária e em pequena escala no município. Diferentemente de como ocorre em outras cidades, que já possuem o sistema organizado. A separação é feita no lixão onde são depositados os resíduos, parte que pode ser reciclada vão para os devidos fins e o lixo orgânico é posto no aterro. Porém, nota-se uma grande problemática no local. Há um grande amontoado de lixo, de vários tipos e escalas, logo, impede que a coleta seletiva seja feita de forma correta e o que ocorre realmente, é a busca por objetos que podem ser usados e/ou vendidos. O que deveria ser feito por colaboradores pré-estabelecidos, acaba sendo feito de forma aleatória (Lei Municipal nº 3.804 – Resíduos sólidos, 2016). Percebe-se, também, a formação de comunidades em volta do local, por falta de oportunidade na zona urbana, as pessoas migram em busca de uma fonte de renda.

A coleta seletiva e a reciclagem fazem parte de um ciclo, cujas todas as partes devem exercer sua função de forma excelente, para que o todo ocorra de maneira satisfatória. Percebe-se a importância de cada etapa, se feita uma análise crítica. Esse ciclo inicia-se com a conscientização da população acerca do tema da sustentabilidade, incentivo por parte dos gestores, bem como distribuição de lixeiras seletivas por diversas áreas do município, instrução da coleta seletiva à empresa responsável e boa estruturação de cooperativas ou associações que tanto façam a coleta seletiva quanto encontrem destinos para os resíduos sólidos, não agredindo o meio natural.



Com a adição de um sistema eficaz de coleta de lixo, os resíduos sólidos passam a agredir com menor raio de impacto o meio natural, e eles passam a fazer parte de um ciclo sustentável, cujos são reutilizados ou decompostos de maneira que não maltratem o meio ambiente.

Evidencia-se, através de uma pesquisa de campo, que os gestores tomam medidas que tanto incentivam a sustentabilidade quanto à coleta seletiva, porém por se tratar de uma cidade de interior e rica em recursos naturais, encontra-se uma resistência, falta de interesse e/ou desinformação por parte da população acerca dos benefícios de um ciclo sustentável da geração de resíduos sólidos. Observa-se, também, que, por conta da situação financeira delicada enfrentada pelo país, a verba para implementação de projetos para a sustentabilidade fica cada vez mais restrita, dificultando assim a ação dos gestores.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os questionamentos iniciais foram sanados, porém tendo em vista a complexidade e gravidade do problema, é sabido por todos que a solução para esta problemática é de responsabilidade de todas as instâncias sociais e também é um processo contínuo e infinito. O gerenciamento sustentável dos resíduos sólidos é, hoje mais do que nunca, um fator essencial no planejamento estrutural e organizacional de um município. Tendo em vista que a boa gestão dos descartes traz benefícios sociais, econômicos e, mais importante, ambientais. Em contra partida, quando não é feito da forma correta, provoca malefícios que atingem toda a população, independente da função social e classe econômica.

Por isso, a questão da gestão sustentável dos resíduos sólidos é um tema muito abrangente e de labor grandioso. Com gravidade maior quando se trata da manutenção dos recursos naturais. A maior evidenciada neste trabalho trata-se da relevância desse assunto não só por parte dos gestores que tem obrigação de cumprir seus labores e proporcionar bem estar social para os cidadãos, mas também é de responsabilidade de todo o município, pensar e adquirir práticas sustentáveis.

## REFERÊNCIAS

BESEN, G. R. **Coleta seletiva com inclusão de catadores: construção participativa de indicadores e índices de sustentabilidade**. São Paulo, 2011. 275p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo.

EPA – **Environment Protection Agency. Climate Change and Waste**. Reducing Waste Can Make a Difference. Disponível em: <<http://www.epa.gov/epawaste/nonhaz/municipal/pubs/ghg/climfold.pdf>>. Acesso em: 3 set. 2010.

GOUVEIA, N. **Saúde e meio ambiente nas cidades: os desafios da saúde ambiental**. *Saúde e Sociedade*, v.8, n.1, p.49-61, 1999.



IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa Nacional de Saneamento Básico*, 2008. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. **Gestão de resíduos sólidos na Região Metropolitana de São Paulo – avanços e desafios**. São Paulo em Perspectiva, São Paulo, v.20, n.2, 2006.

JACOBI, P. R.; VIVEIROS M. **Da vanguarda à apatia, com muitas suspeitas no meio do caminho – gestão de resíduos sólidos domiciliares em São Paulo entre 1989 e 2004**. In: JACOBI P. R. (Org.) *Gestão compartilhada de resíduos sólidos no Brasil – inovação com inclusão social*. São Paulo: Annablume, 2006. p.65-86.

JACOBI, Pedro Roberto; BESEN, Gina Rizpah. **Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade**. Estudos Avançados, v. 25, n. 71, 2011.

LOPES, A. A. **Estudo da Gestão e do Gerenciamento Integrado dos Resíduos Sólidos Urbanos no Município de São Carlos (SP)**. 176 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

MORAES, Luiz Roberto Santos. **Gestão integrada e sustentável de resíduos sólidos urbanos: um desafio para os municípios e a sociedade. Exposição de Experiências Municipais em Saneamento**, VII. Santo André: SP: Meio digital, 2003.  
(MORAES, 2003)

NUNESMAIA, Maria de Fátima. **A gestão de resíduos urbanos e suas limitações**. *Revista Baiana de Tecnologia–SSA*, v. 17, n. 1, p. 120-129, 2002. (NUNESMAIA, 2002)

OMS – Organização Mundial da Saúde. **The World Health Report 2007 – A safer future: global public health security in the 21st. century**. Disponível em: <<http://www.who.int/whr/2007/en/index.html>>. Acesso em: 3 set. 2010.

URBAN WORLD FORUM. Reports **On Dialogues – Sustainable Urbanization**. Disponível em: <<http://www.unch.org/uf/aii.html>>. Acesso em: 13.6.2002.

## AVALIAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO NORTE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO QUANTO À GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

### **Alessandra Ribeiro Silva**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense  
Campos dos Goytacazes – RJ

### **Antonio Hevertton Martins Silva**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense  
Campos dos Goytacazes – RJ

### **Elton Alvarenga Pessanha Junior**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense  
Campos dos Goytacazes – RJ

### **Henrique Rego Monteiro da Hora**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense  
Campos dos Goytacazes – RJ

### **Milton Erthal Junior**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense  
Campos dos Goytacazes – RJ

**RESUMO:** Um dos maiores desafios dos municípios é coletar, reciclar, tratar e dispor adequadamente o crescente volume de resíduos sólidos. Neste artigo é apresentada uma análise da gestão desse tipo de resíduo efetuada nos municípios da região Norte, do Estado do Rio de Janeiro, utilizando análise multicritério. Desta forma é realizada uma análise híbrida com os métodos AHP e

PROMETHEE II, para definir os pesos de cada critério e ordenar os municípios do melhor para o pior, respectivamente. Os critérios definidos são relacionados ao tratamento dos resíduos sólidos e foram coletados em diversas fontes, principalmente SIAB e SNIS. O método se mostrou de fácil execução e pode ser aplicado na avaliação da gestão de determinadas regiões, facilitando a identificação de melhorias para o direcionamento de políticas públicas. Macaé foi identificado como o município com a melhor gestão. De modo geral os municípios avaliados estão muito aquém de níveis que se consideraria sustentável, especificamente em coleta seletiva. A elaboração do PMGIRS também é outra deficiência identificada na região.

**PALAVRAS-CHAVE:** Análise multicritério, resíduos sólidos, sustentabilidade ambiental.

**ABSTRACT:** One of the greatest challenges of the counties is to collect, recycle, treat and dispose of the growing volume of solid waste. This paper presents an analysis of the management of this type of waste carried out in the municipalities of the North region of the State of Rio de Janeiro, using multicriteria analysis. In this way a hybrid analysis with the AHP and PROMETHEE II methods is performed to define the weights of each criteria and to order the cities from the best to the worst, respectively.

The criteria are related to the treatment of solid waste and were collected in several sources, mainly SIAB and SNIS. The method has proved to be easy to implement and can be applied in the evaluation of the management of certain regions, facilitating the identification of improvements in the direction of public policy. Macaé was identified as the municipality with the best management. In general, the evaluated counties are below levels that would be considered sustainable, specifically in selective collection. The elaboration of PMGIRS is also another weakness identified in the region.

**KEYWORDS:** Multicriteria analysis, solid waste, environmental sustainability.

## 1 | INTRODUÇÃO

Segundo a Comissão Mundial de Desenvolvimento e Meio Ambiente das Nações Unidas, o desenvolvimento sustentável visa suprir as necessidades da população mundial atual, sem comprometer as necessidades das gerações futuras. Este conceito é estimado através da aplicação de indicadores que mensuram o desempenho de pessoas, municípios e países em critérios de sustentabilidade (SICHE et al., 2007).

Entretanto, a avaliação do nível de sustentabilidade de municípios é uma tarefa complexa, visto que existem diversos parâmetros e alternativas que influenciam neste estudo. Diversos autores utilizam métodos multicritérios como auxílio na tomada de decisões, a fim de classificar um conjunto de cidades (JACOBI; BESEN, 2011; POLAZ; TEIXEIRA, 2009; SILVERIO; FERREIRA; RANGEL, 2007; SOARES, 2015).

Um dos parâmetros que pode ser utilizado na avaliação é referente à disposição de resíduos sólidos. Este fator é devido às crescentes características e quantidades de resíduos sólidos que são originados nas atividades domésticas, comerciais e industriais. Este aumento ocorre devido ao crescimento das populações, às melhorias nos padrões de vida e ao desenvolvimento tecnológico, assim como decorrente de características intrinsecamente regionais como a abundância, ou escassez, e o tipo de recurso natural disponível naquela comunidade (ZHANG; KEAT; GERSBERG, 2010).

Um dos maiores desafios e prioridades dos municípios é a coleta, reciclo, tratamento e disposição adequada do crescente volume de resíduos sólidos, pois os impactos potenciais destes no meio ambiente podem ser catastróficos caso a disposição final seja inadequada. O uso de regiões e terras produtivas como aterros e o risco de doenças ao ser humano são os principais motivadores dessa discussão. A geração desses resíduos causa, inclusive, ainda que em pequena proporção, a emissão de gases de efeito estufa, contribuindo para o aquecimento global (CHERUBINI; BARGIGLI; ULGIATI, 2009).

Segundo estudo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010), durante os anos de 1989 e 2008 os municípios do Estado do Rio de Janeiro apresentaram destaques negativos em relação à região Sudeste do Brasil, uma vez que grande parte dos resíduos eram descartados de forma inadequada.

Neste contexto, em 2010 foi instituída a Lei 12.305 referente à Política Nacional

de Resíduos Sólidos, que apresenta às definições e classificações dos resíduos sólidos, bem como concentra a gestão que deve ser adotada pela União, Estados e Municípios (BRASIL, 2010).

Sendo assim, este trabalho tem como objetivo avaliar a gestão de resíduos sólidos dos municípios da região Norte, do Estado do Rio de Janeiro. Neste contexto busca-se ordenar os municípios com base nos últimos dados históricos. Tendo em vista à complexidade envolvida na análise desse problema serão utilizados dois métodos multicritérios: AHP e PROMETHEE II.

## **2 | GESTÃO ESTRATÉGICA DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL**

### **2.1 Conceitos iniciais**

Devido à ocorrência de graves acidentes ambientais originados por erros humanos, começaram-se os questionamentos da sociedade com relação à ligação entre os problemas ambientais e os problemas econômicos e sociais. Desta forma, diversos autores propuseram conceitos que buscassem a conciliação entre estes fatores (ALMEIDA et al., 2000; ALMEIDA, 2002). Surgiu-se então o conceito de desenvolvimento sustentável, que foi definido pela Comissão Mundial de Desenvolvimento e Meio Ambiente das Nações Unidas como sendo uma forma de desenvolvimento, sem escassez de recursos, isto é, a capacidade da geração atual em se desenvolver e suprir as suas necessidades, sem acabar com os recursos necessários para as gerações futuras (ALMEIDA, 2002).

Neste contexto, durante a ECO 92 surgiu-se a ideia de desenvolver indicadores para se mensurar o desempenho de pessoas, municípios e países em critérios de sustentabilidade. Entretanto, definir e interpretar tais indicadores é uma tarefa complexa, por causa das incertezas dos parâmetros utilizados e pela dificuldade de elaborar uma metodologia que seja amplamente aceita, porque a variável medida certamente será influenciada por características regionais e locais, aspectos culturais, condições econômicas, sociais, entre outros (SICHE et al., 2007).

Isto posto, pode-se considerar um conjunto de municípios mais ou menos sustentáveis através de seus indicadores. Existem diversos estudos sobre a aplicação destes indicadores de alguns municípios brasileiros, utilizando como critério os dados históricos da gestão de resíduos sólidos (JACOBI; BESEN, 2011; POLAZ; TEIXEIRA, 2009; SOARES, 2015).

### **2.2 Resíduos sólidos**

Resíduos sólidos são definidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (2004) (norma ABNT-NBR 10004) como sendo “Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição”.

Tendo em vista que com o desenvolvimento das sociedades houve um aumento significativo nas taxas de consumo e nas taxas de produção de resíduos, aumentou-se a preocupação com os níveis sustentáveis, devido ao mau gerenciamento dos resíduos sólidos e à falta de áreas para a disposição final dos mesmos (JACOBI; BESEN, 2011; POLAZ; TEIXEIRA, 2009).

No Brasil essa discussão teve início no final da década de 90, entretanto apenas em 2010 foi instituída a Lei que trata da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS - Lei Nº 12.305). A PNRS determina que União, Estados e Municípios devem elaborar planos de resíduos sólidos que constem de um diagnóstico da situação atual e metas para a proteção da qualidade do meio ambiente, a não geração de resíduos sólidos, a sua redução e reutilização, o incentivo à reciclagem e a geração e utilização de produtos e serviços de forma sustentável (BRASIL, 2010; JACOBI; BESEN, 2011; SILVA, 2014).

A hierarquia de resíduo estabelece a seguinte ordem de prioridade a ser considerada na política de prevenção, gestão e manejo de resíduos sólidos: (1) prevenção; (2) reutilização; (3) reciclagem; (4) outras formas de recuperação (por exemplo, geração de energia); e, (5) disposição.

Desta forma, estudos são propostos a fim de avaliar a gestão realizada pelos municípios. Para auxílio às pesquisas existem diversas bases de dados, podendo se destacar o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). O SNIS é um sistema, ligado à Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades do Governo Federal, que, anualmente, cadastra dados e produz indicadores sobre serviços de água e esgoto e serviços relacionados à resíduos sólidos. Em 2014, 67,6% dos municípios brasileiros tiveram seus dados referentes aos serviços de manejo de resíduos sólidos cadastrados. Os dados coletados são padronizados e passam por uma análise de consistência, e, apesar da participação do SNIS não ser obrigatória, a inclusão nos programas de investimento do Ministério das Cidades só é permitida com a submissão dos dados a esse sistema (SNIS, 2016).

Em relação ao gerenciamento de resíduos sólidos o SNIS reúne os dados desde o ano 2002. Esses dados são enviados pelos órgãos municipais ou prestadores de serviços responsáveis pela realização dos mesmos. Alguns dos dados cadastrados são os referentes ao volume de resíduos coletados, quantidade de pessoas que realizaram o serviço, tipos de destinos aos quais os resíduos são submetidos e emprego de coleta seletiva (SNIS, 2016).

Outra base de dados relevante é o Sistema de Informação da Atenção Básica (SIAB), desenvolvido pelo DATASUS em 1998, no qual concentra dados de Atenção Básica, tais como: saúde, território, problema e responsabilidade sanitária (SIAB, 2016).

### 3 | ANÁLISE DECISÓRIA

Segundo Oliveira (2011) o primeiro método de avaliação multicritério foi apresentado por Morris Hill em 1966, e, desde então, diversos outros vem sendo desenvolvidos. Estes métodos possibilitam a avaliação de um conjunto de alternativas, tendo como parâmetro diversos critérios que normalmente são conflitantes entre si.

A metodologia de Apoio Multicritério da Decisão (AMD) pode considerar em sua formulação o fator humano e a subjetividade, características inerentes em problemas de decisão (GOMES; GOMES, 2014). Esta metodologia pode ser aplicada em problemas cuja decisão cabe a uma pessoa ou a um grupo de pessoas com diferentes pontos de vista, logo, esta metodologia auxilia o processo de decisão, recomendando ações ou cursos de ações a quem vai tomar a decisão (BELTON; STEWART, 2003).

Os métodos AMD podem ser classificados através de uma perspectiva clássica, na qual se destacam as linhas de pensamento de duas escolas tradicionais (GOMES JÚNIOR et al., 2011): Americana – se espelha em técnicas de agregação multicritério, com uma única síntese (pode-se destacar o método AHP); Francesa – sem critério único de síntese. Leva em consideração o conceito de sobreclassificação (por exemplo o método PROMETHEE).

Nas próximas seções serão abordados alguns conceitos dos métodos AHP e PROMETHEE II. Para maiores detalhes, ver Saaty (1987) e Brans e Mareschal (2005), respectivamente.

#### 3.1 Método AHP

O método *Analytic Hierarchy Process* (AHP), desenvolvido por Saaty em 1980, é um método multicritério bastante aplicado, principalmente nos EUA. Nele o processo de escolha é estruturado em diferentes níveis hierárquicos: objetivo, critérios, subcritérios e alternativas. Elementos de um dado nível são comparados em pares para avaliar a sua preferência relativa com respeito a cada um dos elementos daquele nível. Assim, a metodologia ajusta tanto a preferência quantitativa como qualitativa (HERVA; ROCA, 2013; POHEKAR; RAMACHANDRAN, 2004).

Para realizar a tomada de decisão a partir do método AHP Saaty (2008) aponta a necessidade de realização de quatro passos: (1) definição do problema em estudo; (2) construção das hierarquias de decisão; (3) construção de um conjunto de matrizes para a comparação de dados entre níveis superiores x níveis inferiores; e, (4) definição dos pesos entre prioridades obtidas através das comparações, com o uso do Quadro 1.

Intensidade Numérica	Definição	Explicação
1	Igual importância.	Duas atividades contribuem igualmente para o objetivo.



3	Importância moderada.	Experiência e julgamento favorecem ligeiramente uma atividade em relação à outra.
5	Importância forte.	Experiência e julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação à outra.
7	Importância muito forte.	Uma atividade é favorecida muito fortemente em relação à outra; seu domínio é demonstrado na prática.
9	Importância extrema.	A evidência favorecendo uma atividade em relação à outra é da mais alta ordem possível de afirmação.
2, 4, 6, 8	Valores médios.	São atribuídos para indicar valores de compromisso de importância.

Quadro 1 - Escala de intensidade numérica para definição de prioridades.

Fonte: Adaptado de Saaty (1987) e Saaty (2008).

Assim, com os valores estabelecidos para as intensidades, monta-se a matriz A, com n alternativas, conforme demonstrado na Equação (1).

$$A = [a_{ij}] = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Neste contexto, Saaty (1990) descreve que  $\lambda_{m\acute{a}x}$  é o principal autovalor de A, quando A deixa de ser consistente, mas ainda permanece recíproca, sendo obtida pela Equação (2), onde w se refere ao vetor de pesos das alternativas.

Na sequência, calcula-se o Índice de Consistência (IC) através da Equação (3), visando a obtenção da Razão de Consistência (RC), que é calculada através da Equação (4). Nesta última equação, IR se refere ao o Índice de Consistência Randômico e é obtido através de uma média ao longo de um grande número de matrizes recíprocas, de mesma ordem, cujas entradas são aleatórias (SAATY, 1987).

O cálculo de RC, no método AHP, faz-se necessário a fim de avaliar a consistência lógica da matriz e segundo Saaty (1987) este valor deverá ser menor ou igual a 0,1.

(2) $A \cdot w = \lambda_{m\acute{a}x} \cdot w$	(3) $IC = \frac{\lambda_{m\acute{a}x} - n}{n - 1}$	(4) $RC = \frac{IC}{IR}$
---	--	--------------------------

### 3.2 Método promethee II

O acrônimo PROMETHEE significa *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations*, sendo um método de auxílio à tomada de decisão multicritério

não compensatório e de sobreclassificação, desenvolvido por Brans em 1982 e ampliado em 1985 por Brans e Vincke.

A família PROMETHEE se divide em 6 métodos (I, II, III, IV, V, VI) e na representação gráfica GAIA. Para o estudo em análise foi considerado o método PROMETHEE II, no qual as alternativas são ordenadas através dos fluxos líquidos calculados para cada uma (BRANS; MARESCHAL, 2005; HERVA; ROCA, 2013).

Inicialmente, para o cálculo do PROMETHEE II, faz-se necessário estabelecer duas informações relevantes: (1) peso de cada critério; e, (2) a função de preferência, que representa a diferença entre as avaliações obtidas de duas alternativas em uma faixa que varia de zero a um. Segundo Brans e Mareschal (2005) as funções são: critério usual, critério forma U, critério forma V, critério com níveis, critério linear e critério gaussiano.

Em seguida são efetuados os cálculos do método para cada par de alternativas (alternativas “a” e “b”). Desta forma, calcula-se o grau de sobreclassificação entre as alternativas, em relação à cada critério ( $\pi(a,b)$ ), através da Equação (5), no qual  $P_j(a,b)$  se refere à função de preferência do desvio calculado entre as alternativas e  $w_j$  o peso associado, ambos em relação ao critério  $j$ .

No próximo passo são calculados os fluxos de sobreclassificação parcial, conforme Equações (6) e (7), onde  $\Phi^+$  e  $\Phi^-$  são, respectivamente, o fluxo positivo e negativo para cada alternativa. O positivo expressa o quanto a alternativa “a” sobreclassifica as demais, enquanto que o negativo expressa o quanto a alternativa “a” é sobreclassificada pelas demais.

Por fim, calcula-se o fluxo de sobreclassificação líquido  $\Phi(a)$  para cada alternativa, conforme Equação (8). Ressalta-se que no método PROMETHEE II este valor é utilizado para efetuar a ordenação entre as alternativas (BRANS; MARESCHAL, 2005).

(5) $\pi(a, b) = \sum_{j=1}^k P_j(a, b)w_j$	(6) $\Phi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(a, x)$
(7) $\Phi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(x, a)$	(8) $\Phi(a) = \Phi^+(a) - \Phi^-(a)$

## 4 | METODOLOGIA

### 4.1 Definição dos critérios e corte regional

O estudo de caso foi realizado nos municípios da Região Norte Fluminense. Esta região é composta por duas microrregiões: Campos dos Goytacazes e Macaé. A microrregião de Campos dos Goytacazes compreende os municípios de Campos dos Goytacazes, Cardoso Moreira, São Fidélis, São Francisco de Itabapoana e São João da Barra. A microrregião de Macaé é constituída pelos municípios de Carapebus,

Macaé, Conceição de Macabu e Quissamã (IBGE, 2010).

A fim de ordenar as cidades quanto à gestão dos resíduos sólidos urbanos de cada município foram considerados os critérios abordados por Silva (2014): lixo coletado de forma regular, lixo queimado ou enterrado, lixo a céu aberto, coleta seletiva e existência de Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS).

Foram avaliados os dados disponíveis nas seguintes fontes: a) SIAB: consulta do percentual de lixo coletado no ano de 2014; b) SNIS: consulta do percentual de lixo recolhido para coleta seletiva no ano de 2014; c) Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Rio de Janeiro - PERS/RJ e portais das prefeituras de cada município: verificação da existência de PMGIRS. Na sequência, os dados obtidos foram agrupados em uma matriz de pagamento.

## 4.2 Aplicação dos métodos multicritério

A partir da matriz de pagamento foram utilizados dois métodos multicritérios, a fim de avaliar a gestão de resíduos sólidos de cada município: AHP e PROMETHEE II. Inicialmente, utilizou-se o método AHP para obter o peso de cada critério definido no estudo. Os critérios foram avaliados e ponderados por especialistas na área de resíduos sólidos, através da aplicação de um questionário, o que resultou em uma matriz de comparação. Na sequência esta matriz foi processada em uma ferramenta *on-line* do método AHP (disponível em <http://bpmmsg.com/academic/ahp.php>), para facilitar o tratamento dos dados e retornar o peso de cada componente.

Na etapa final, utilizou-se o método PROMETHEE II para ordenar as cidades, com auxílio do *software* Visual PROMETHEE 1.4 (versão acadêmica). Os pesos de cada critério obtidos pelo método AHP foram utilizados e os demais dados foram referentes à matriz de pagamento. A função de preferência adotada foi do tipo com critério usual, na qual a comparação entre os pares é realizada da seguinte forma: existirá indiferença entre dois municípios A e B somente se o município A (em relação ao município B) apresentar  $F(A) = F(B)$ , quando comparado em determinado critério; se as avaliações forem diferentes, existirá preferência estrita pela alternativa de melhor avaliação. Desta forma, neste trabalho atribuiu-se 0 se o critério fosse indiferente ou pior do que aquele que se foi comparado e 1 se o indicador fosse melhor.

## 5 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 Definição da matriz de pagamento

Os dados coletados de cada município, em determinado critério, estão dispostos na Tabela 1. Conforme abordado anteriormente, estes dados foram obtidos a partir do SIAB, SNIS e portais das prefeituras. Foram utilizados os dados percentuais como uma forma de normalização dos dados, uma vez que caso fossem utilizados os dados brutos (em toneladas) iria existir uma preferência na ordenação das cidades mais

populosas.

Município	Lixo Coletado	Lixo Queimado ou Enterrado	Lixo a Céu Aberto	Coleta Seletiva	PMGIRS
Campos dos Goytacazes	91,23%	7,93%	0,84%	0,52%	Não
Carapebus	72,22%	26,17%	1,61%	0,00%	Não
Cardoso Moreira	74,16%	24,89%	0,94%	0,00%	Não
Conceição de Macabu	93,99%	5,77%	0,24%	0,00%	Não
Macaé	92,43%	6,69%	0,88%	0,00%	Sim
Quissamã	92,24%	7,40%	0,36%	0,00%	Não
São Fidélis	80,41%	18,21%	1,38%	0,00%	Não
São Francisco de Itabapoana	76,94%	21,04%	2,01%	0,00%	Não
São João da Barra	92,50%	7,30%	0,20%	0,00%	Não

Tabela 1 - Dados obtidos e critérios definidos.

Pode-se verificar que entre os critérios Lixo Coletado, Lixo Queimado ou Enterrado e Lixo a Céu Aberto, o primeiro apresentou o maior percentual em todos os municípios, o que aponta para bons resultados, uma vez que os dois últimos critérios são prejudiciais ao ambiente, sendo classificados como formas inadequadas de disposição de resíduos sólidos.

Entretanto, nota-se também que os critérios de Coleta Seletiva e PMGIRS não são representativos no gerenciamento de grande parte dos municípios. Isto ocorre porque grande parte das prefeituras apenas se preocupa em expor os dados de lixo coletado, como um propósito político e não social.

## 5.2 Definição dos pesos: método AHP

Conforme mencionado anteriormente, os pesos dos critérios foram estabelecidos a partir da consulta a especialistas na área de resíduos sólidos. Os questionários foram enviados a 3 especialistas, a fim de que os mesmos julgassem o grau de preferência entre os critérios selecionados. Escolheu-se o questionário que apresentou a menor razão de consistência.

É importante ressaltar que foram realizados pequenos ajustes nas preferências estabelecidas pelo especialista, a partir da diminuição de dois itens, em pequenas variações. Este ajuste foi necessário para atender os critérios definidos por Saaty (1987) em relação à razão de consistência (vide seção 3.1).

Após esta consulta, obteve-se a matriz de comparação dos critérios, apresentada na Figura 1, onde Cr1: coleta seletiva, Cr2: lixo coletado, Cr3: lixo queimado ou enterrado, Cr4: lixo a céu aberto e Cr5: PMGIRS.

	<i>Cr1</i>	<i>Cr2</i>	<i>Cr3</i>	<i>Cr4</i>	<i>Cr5</i>	
<i>Cr1</i>	1	3	9	9	1/3	RC = 0,089
<i>Cr2</i>	1/3	1	7	7	1/7	
<i>Cr3</i>	1/9	1/7	1	1	1/9	
<i>Cr4</i>	1/9	1/7	1	1	1/9	
<i>Cr5</i>	3	7	9	9	1	

Figura 1 – Matriz de comparação dos critérios, segundo especialista consultado.

Sendo assim, esta matriz foi adotada para a obtenção dos pesos de cada critério, conforme apresentado na Tabela 2.

Ordenação	Descrição do Critério	Pesos Finais (%)	Direção do Critério
1º	PMGIRS	53,21%	Máximo
2º	Coleta Seletiva	26,53%	Máximo
3º	Lixo Coletado	13,88%	Máximo
4º	Lixo Queimado ou Enterrado	3,19%	Mínimo
4º	Lixo a Céu Aberto	3,19%	Mínimo

Tabela 2 - Pesos finais dos critérios, obtidos através do método AHP.

A soma dos pesos relativos calculados dos critérios é igual a 1,0. Pode-se verificar que a existência de PMGIRS apresenta grande preferência (peso de 53,21%) em relação aos demais critérios, o que é compreensível pois é uma condição necessária, no qual o Distrito Federal e os municípios têm acesso aos recursos da União, destinados a limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos.

Vale destacar que a coluna da direção do critério se refere à preferência na qual os valores devem estar, isto é, as direções máxima e mínima serão preferíveis se apresentarem valores maiores e menores, respectivamente. Esses valores foram definidos pelos autores e utilizados no método PROMETHEE II.

### 5.3 Ordenação dos municípios: método promethee II

Após a inclusão dos dados da matriz de pagamento (vide Tabela 1) e dos pesos obtidos para cada critério, pelo método AHP (vide Tabela 2) no *software* Visual PROMETHEE 1.4, a aplicação do método PROMETHEE II apresentou como resultado a ordenação dos municípios da Região Norte Fluminense com relação aos critérios adotados neste estudo. A Tabela 3 apresenta o resultado com os respectivos fluxos calculados. A ordenação das alternativas foi realizada a partir da classificação dos respectivos fluxos líquidos ( $\Phi$ ) em ordem decrescente.

Observa-se que o município de Macaé se destacou em relação aos demais, tendo em vista que apresentou o maior valor. Verifica-se que este valor tem uma diferença notável em relação aos fluxos dos demais municípios, podendo ser comprovado uma

vez que Macaé é o único município da lista que apresentou PMGIRS, sendo este o critério com maior peso, segundo o método AHP.

Rank	Município	$\phi^+$	$\phi^-$	$\phi$
1	Macaé	0,6801	0,0878	0,5923
2	Campos dos Goytacazes	0,3706	0,1638	0,2068
3	Conceição de Macabu	0,1986	0,1037	0,0950
4	São João da Barra	0,1773	0,1250	0,0523
5	Quissamã	0,1306	0,1717	-0,0411
6	São Fidélis	0,0720	0,2303	-0,1583
7	São Francisco de Itabapoana	0,0427	0,2596	-0,2169
8	Cardoso Moreira	0,0333	0,2690	-0,2357
9	Carapebus	0,0040	0,2983	-0,2943

Tabela 3 - Ordenação dos municípios e seus respectivos fluxos.

Como suporte aos dados obtidos pelo PROMETHEE II, a Figura 2 apresenta a representação gráfica do plano GAIA, que mostra a relação entre os critérios, considerando-os como vetores e analisando suas direções (SOLA; MOTA, 2011).

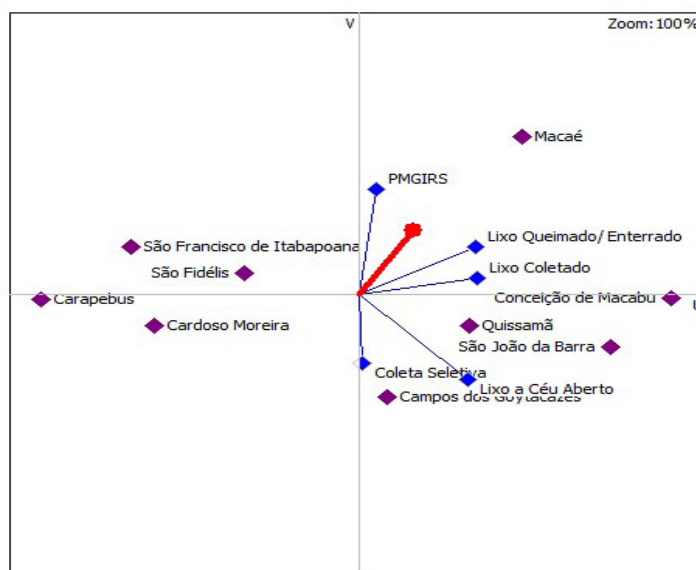


Figura 2 - Plano GAIA dos municípios avaliados.

O nível de qualidade calculado foi de 89,4%, o que classifica o plano GAIA como confiável, uma vez que o valor aceitável deve ser acima, ou próximo, de 70% (BRANS; MARESCHAL, 2005; HERVA; ROCA, 2013).

A partir da Figura 2 pode-se verificar que os critérios apresentaram preferências parecidas, uma vez que todos estão localizados no lado direito do plano. Ressalta-se que Gonçalves e Belderrain (2011) descrevem que, para estes casos em que os vetores dos critérios estão presentes apenas em lado do plano, as alternativas que estiverem localizadas no outro lado representariam conflitos de preferência, isto é, julgamentos de menor valor e maior criticidade.



O eixo de decisão  $\pi$  (em vermelho) aponta a direção dos melhores resultados e quais critérios são superiores aos demais. O município de Macaé, classificado em primeiro lugar na ordenação, é a alternativa que apresentou melhor destaque, porque é o ponto que se encontra na mesma direção e mais distante do vetor decisor, com características fortes em relação aos critérios. No entanto o município de Carapebus é a alternativa mais distante do vetor decisor, no sentido oposto, por isso se classificou em último lugar na ordenação.

Ao se considerar o vetor do município de Macaé, o município mais distante em relação a este vetor foi Carapebus, município em último lugar na ordenação. Logo, verifica-se que estas alternativas são incomparáveis.

Em relação aos demais critérios e alternativas pode-se destacar que:

- Os critérios Cr2 (lixo coletado), Cr3 (lixo queimado ou enterrado) e Cr5 (PMGIRS) apresentam preferências similares, sendo que Macaé foi a alternativa que com melhores resultados quanto a estes critérios;
- Os critérios Cr1 (coleta seletiva) e Cr4 (lixo a céu aberto) apresentam preferências similares, sendo que as alternativas com melhores resultados foram: Campos dos Goytacazes, Conceição de Macabu, São João da Barra e Quissamã.

Na sequência foi realizado um teste de sensibilidade, no qual variaram-se os pesos dos critérios, a partir da variação de  $\pm 20\%$  do peso do PMGIRS e normalização dos demais. Pôde-se verificar que não houve variação significativa dos fluxos líquidos, o que implica, segundo Araújo e Almeida (2009), que os pesos dos critérios se comportam de forma consistente em relação às mudanças de cenários realizadas. Ressalta-se que não houve alteração na ordenação.

Sendo assim, ao analisar todos os dados mencionados anteriormente, pode-se verificar que a gestão de resíduos sólidos dos municípios do Norte Fluminense, apesar de apresentar bons resultados em relação ao lixo coletado, ainda deve ser melhorada por todos os municípios. Isto pode ser verificado quanto à existência de coleta seletiva, que grande parte dos municípios não atende e muitas vezes utilizam-se de formas de disposição que geram impactos ambientais.

Apenas Macaé tem PMGIRS, entretanto os municípios Carapebus, São Francisco de Itabapoana, São João da Barra e Campos dos Goytacazes participaram do edital de chamamento público nº 02/2013 para manifestação de interesse em PMGIRS a ser elaborado com auxílio de recursos da CEIVAP – Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Cabe aos demais municípios que obtenham parcerias ou desenvolvam com recursos próprios os respectivos PMGIRS, a exemplo de Macaé.

Se faz urgente a criação de políticas públicas voltadas para o desenvolvimento da coleta seletiva na região. A maioria dos municípios não a realizam e os poucos que fazem tem percentuais baixíssimos.

## 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conceito “desenvolvimento sustentável” foi definido a fim de conciliar os problemas ambientais com os problemas econômicos e sociais. Para se mensurar o desempenho em relação a sustentabilidade são utilizados indicadores. Em concordância, este estudo buscou avaliar sustentabilidade dos municípios da região Norte do Estado do Rio de Janeiro quanto a gestão de resíduos sólidos.

Entretanto, a análise de questões ambientais requer uma coleta de dados exaustiva, para se obter confiabilidade nos mesmos. O tratamento, por consequência, apresenta alta complexidade para avaliar todos os cenários. Por este motivo, utilizou-se como auxílio trabalhos anteriores para se descrever os critérios a serem abordados no estudo, enquanto que os seus respectivos pesos foram definidos a partir da consulta a especialistas. Desta forma, a metodologia apresentada neste estudo, com uma aplicação híbrida de ferramentas multicritério, mostrou-se efetiva nas avaliações de ordenação dos municípios.

A partir da análise dos dados do último ano informado, em todos os critérios adotados, pode-se verificar que os municípios de Macaé e Campos dos Goytacazes se destacaram em relação aos demais. Este destaque ocorre devido ao fato de que apenas os mesmos apresentaram dados em relação ao PMGIRS e coleta seletiva, respectivamente, sendo que estes dois critérios foram os que apresentaram maiores pesos.

Sendo assim, a gestão de resíduos sólidos dos municípios estudados ainda tem um longo caminho a percorrer, a fim de melhorar o âmbito sustentável de cada e, conseqüentemente, minimizar impactos ambientais. Sugere-se que os municípios construam o PMGIRS, para que então se planejem com base na Lei 12.305, da Política Nacional e adotem políticas públicas voltadas para o desenvolvimento de coleta seletiva na região.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. et al. Gestão Ambiental - Responsabilidade com o Futuro. **2000 - XXVIII COBENGE: Ouro Preto/MG**, 2000.

ALMEIDA, F. **O bom negócio da sustentabilidade**. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: Editora Nova Fronteira, 2002.

ARAÚJO, A. G. DE; ALMEIDA, A. T. DE. Apoio à decisão na seleção de investimentos em petróleo e gás: uma aplicação utilizando o método PROMETHEE. **Gestão & Produção**, v. 16, n. 4, p. 534–543, dez. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Resíduos sólidos – Classificação: NBR 10004**, 2004.

BELTON, V.; STEWART, T. J. **Multiple criteria decision analysis: an integrated approach**. 2. print ed. Boston, Mass.: Kluwer Acad. Publ, 2003.

BRANS, J.-P.; MARESCHAL, B. Promethee Methods. In: **Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys**. New York: Springer-Verlag, 2005. v. 78p. 163–186.

BRASIL. Lei 12.305. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. ago. 2010.

CHERUBINI, F.; BARGIGLI, S.; ULGIATI, S. Life cycle assessment (LCA) of waste management strategies: Landfilling, sorting plant and incineration. **Energy**, v. 34, n. 12, p. 2116–2123, dez. 2009.

GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S. **Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério**. 5ed. Editora Atlas, 2014.

GOMES JÚNIOR, S. F. et al. Integração de métodos multicritério na busca da sustentabilidade agrícola para a produção de tomates no município de São José de Ubá-RJ. **Pesquisa Operacional**, v. 31, n. 1, p. 157–171, abr. 2011.

GONÇALVES, T. J. M.; BELDERRAIN, M. C. N. Decisão em Grupo com PROMETHEE GDSS e GAIA: Priorização de Subsistemas no Projeto do Satélite ITA-SAT. **XLIII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional**, p. 3256–3268, ago. 2011.

HERVA, M.; ROCA, E. Ranking municipal solid waste treatment alternatives based on ecological footprint and multi-criteria analysis. **Ecological Indicators**, v. 25, p. 77–84, fev. 2013.

IBGE. Divisão regional. In: **Atlas nacional do Brasil Milton Santos / IBGE, Diretoria de Geociências**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. p. 51–57.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (ED.). **Pesquisa nacional de saneamento básico: 2008**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estudos Avançados**, v. 25, n. 71, p. 135–158, abr. 2011.

OLIVEIRA, V. M. A. DE. **Avaliação em Planejamento Urbano**. Porto [Portugal: U. Porto editorial, 2011.

POHEKAR, S. D.; RAMACHANDRAN, M. Application of multi-criteria decision making to sustainable energy planning—A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 8, n. 4, p. 365–381, ago. 2004.

POLAZ, C. N. M.; TEIXEIRA, B. A. DO N. Indicadores de sustentabilidade para a gestão municipal de resíduos sólidos urbanos: um estudo para São Carlos (SP). **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 14, n. 3, p. 411–420, set. 2009.

SAATY, R. W. The analytic hierarchy process—what it is and how it is used. **Mathematical Modelling**, v. 9, n. 3–5, p. 161–176, 1987.

SAATY, T. L. How to make a decision: The analytic hierarchy process. **European Journal of Operational Research**, v. 48, n. 1, p. 9–26, set. 1990.

SAATY, T. L. Decision making with the analytic hierarchy process. **International Journal of Services Sciences**, v. 1, n. 1, p. 83, 2008.

Sistema de Informação de Atenção Básica - SIAB. Disponível em: < <http://www2.datasus.gov.br/SIAB/index.php>>. Acesso em: 05 jul. 2016.

SICHE, R. et al. Índices versus indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países. **Ambiente & sociedade**, v. 10, n. 2, p. 137–148, dez. 2007.

SILVA, V. R. DA. **Resíduos sólidos Urbanos na Região Norte Fluminense: avaliação da gestão e da atividade de reciclagem**. Campos dos Goytacazes: Universidade Candido Mendes - UCAM, set. 2014.

SILVERIO, L. B.; FERREIRA, A. S.; RANGEL, L. A. D. Avaliação das cidades da Região Sul Fluminense empregando o método PROMETHEE II. **XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, out. 2007.

Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS: Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos. Brasília: MCIDADES. SNSA, 2016.

SOARES, L. F. Índice de sustentabilidade municipal: uma abordagem fuzzy para um sistema de apoio a decisão. 2015. 117 f. Dissertação de Mestrado — Universidade Estadual Paulista, Sorocaba. 2015.

SOLA, A. V. H.; MOTA, C. M. M. Aplicação do Método Promethee na Seleção de motores industriais para melhoria da eficiência energética. **XLIII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional**, p. 3269– 3279, ago. 2011.

ZHANG, D.; KEAT, T. S.; GERSBERG, R. M. A comparison of municipal solid waste management in Berlin and Singapore. **Waste Management**, v. 30, n. 5, p. 921–933, mai. 2010.

## A ECONOMIA CIRCULAR E O CENÁRIO NO BRASIL E NA EUROPA

**Suzana Maia Nery**

Associação Educacional Dom Bosco, Faculdade  
de Engenharia de Resende  
Resende – RJ

**Amanda Silveira Freire**

Associação Educacional Dom Bosco, Faculdade  
de Engenharia de Resende  
Resende – RJ

**RESUMO:** Este trabalho analisa o conceito da Economia Circular, suas vantagens, dificuldades de implementação, e também aborda a legislação sobre o gerenciamento dos resíduos sólidos no Brasil e na Europa. Em ambos os cenários, há similaridade entre as legislações em relação à obrigatoriedade da incorporação da logística reversa no final do processo produtivo e da responsabilidade de fornecer destinação adequada. Uma breve comparação do cenário de Resíduos Sólidos Urbano entre Europa e Brasil também foi realizada.

**PALAVRAS-CHAVE:** Economia Circular, Brasil, Europa, Resíduos Sólidos Urbanos.

**ABSTRACT:** This paper analyzes the concept of the Closed Loop, its advantages, implementation difficulties, and also deals with legislation regarding solid wastes management in Brazil and Europe. In both scenarios, there is similarity between the legislations concerning

the obligation to incorporate reverse logistics at the final production process and the responsibility to provide appropriate disposal. A brief comparison of the Urban Solid Wastes scenario between Europe and Brazil was also carried out.

**KEYWORDS:** Closed Loop, Brazil, Europe, Urban Solid Wastes.

### 1 | INTRODUÇÃO

A Economia Circular ou *Closed Loop* é um modelo econômico e um assunto novo no Brasil, porém, tem como objetivo um ciclo fechado na fabricação dos produtos, com 100% de aproveitamento da matéria-prima e resíduos da produção e, também prolongar a vida útil dos produtos. É um modelo contrário ao atual de produção - o modelo linear: extração de matérias-primas, produção, uso e descarte.

Contudo, a pesquisa aborda o conceito da Economia Circular, seus princípios, suas vantagens e dificuldades de implementação do modelo, faz um comparativo sobre a quantidade de RSU gerados e coletados no Brasil e Europa.

A geração dos resíduos é proveniente do aumento da demanda de consumidores que buscam novos produtos, devido às inovações tecnológicas, atualizações ou novas tendências. As empresas são forçadas a lançarem

constantemente novos produtos para não perderem competitividade. Entretanto, com o aumento do consumo de novos produtos, estes passaram a ter seu ciclo de vida cada vez mais curto, gerando assim, mais resíduos.

A relevância deste trabalho é a abordagem da situação em que o Brasil e Europa se encontram quanto à geração de resíduos sem destinação adequada ou coleta total desses resíduos.

O objetivo principal desse estudo é mostrar como a Economia Circular, que tem como subprocessos a Logística Reversa, a reciclagem, a remanufatura, e o *Ecodesign* (uma ferramenta de gestão ambiental), quando aplicados pelas empresas, podem gerar redução ou eliminação de resíduos. Como objetivos específicos, temos a comparação da geração e coleta dos RSU na Europa e no Brasil e se a legislação nos cenários leva em consideração a obrigatoriedade de implementação da Logística Reversa por parte dos produtores.

Apesar de a Economia Circular ser um modelo aplicável no mundo inteiro, este trabalho aborda o conceito da EC somente no Brasil e na Europa. A escolha do cenário europeu como comparativo ao cenário brasileiro ocorreu por conta da EC ter nascido na Europa; o continente que está mais familiarizado com o modelo.

## 2 | METODOLOGIA

Segundo Gerhardt e Silveira (2009), esta é uma pesquisa científica de natureza básica, pois ocorre um aprendizado sobre o tema proposto, e que não houve uma aplicação prática. Contém objetivo exploratório e descritivo com coletas de dados, e como procedimento é uma revisão bibliográfica.

A abordagem é qualitativa, pois busca um entendimento sobre o tema Economia Circular, seus princípios e sua aplicabilidade. Para realizar a comparação da geração e coleta de RSU entre os cenários europeu e brasileiro, utilizaram-se dados obtidos de diversas pesquisas, e, portanto, a pesquisa não se caracteriza como quantitativa.

## 3 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 3.1 Conceito de Economia Circular

A Economia Circular se afasta do modelo atual da economia linear (fabricar – usar – dispor), em direção a um modelo no qual os produtos, e os materiais que o compõe, são valorizados de forma diferenciada, criando uma economia mais robusta (RIBEIRO; KRUGLIANSKAS, 2015).

Este modelo é o resultado de um equilíbrio entre os impactos ambientais e a vantagem financeira da produção de um produto. Seu objetivo é maximizar a eficiência dos recursos utilizados, criando um sistema ou *closed loop* onde, idealmente, não



existe resíduo ou impacto ambiental, mantendo a qualidade do produto e seu potencial econômico (SILVA, 2016).

Segundo a *Ellen MacArthur Foundation* (2015), Economia Circular é regenerativa e restaurativa por princípio. Seu objetivo é manter produtos, componentes e materiais em seu mais alto nível de utilidade e valor o tempo todo. O conceito distingue os ciclos técnicos dos biológicos. Como mostra a figura 1, a Economia Circular trabalha dividindo o uso dos materiais em dois tipos de fluxos: o de nutrientes biológicos, cujo destino deve ser a reincorporação nos ciclos bio-geo-químicos e constituição de novo capital natural; e o de nutrientes tecnológicos, que devem ser projetados para circular com o máximo de agregação de valor em ciclos sucessivos, evitando o retorno à biosfera na forma de disposição em aterros.

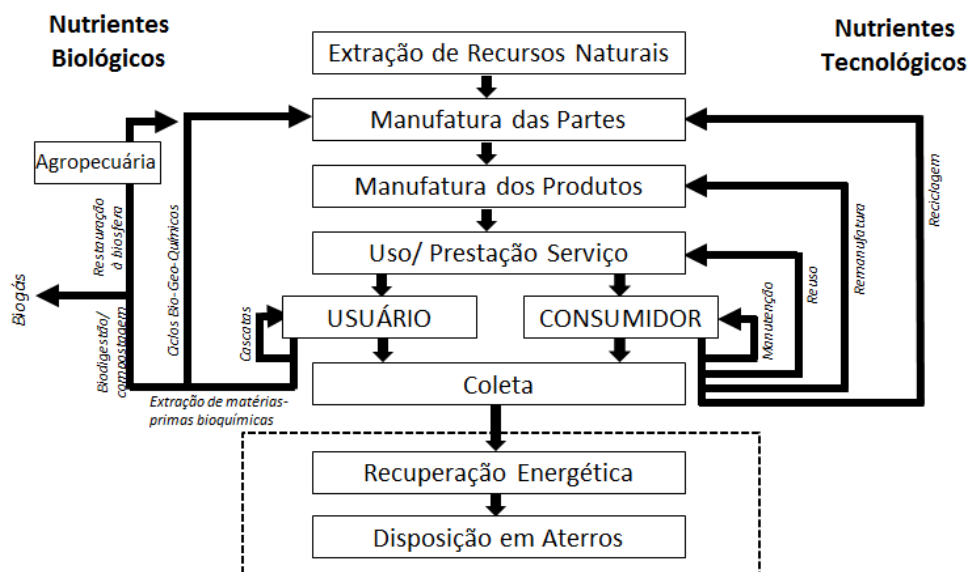


Figura 1 – Fluxo da Economia Circular

Fonte: Ribeiro; Kruglianskas (2015) *apud* EMF (2012)

A EC também está ligada ao *Ecodesign*, cuja sugestão é que os materiais sejam escolhidos, estudados e analisados adequadamente já na fase do projeto dos produtos, para que gerem o menor impacto ambiental. Em grande parte, isso é obtido pela geração de riqueza a partir de operações alimentadas não mais por meio da apropriação dos recursos naturais virgens, mas sim da recuperação dos recursos ditos “secundários” originados do reuso ou reciclagem dos resíduos. Contudo, diferente das estratégias que focam na eficiência dos processos, como a “produção mais limpa”, a Economia Circular tem como principal objetivo o projeto (*design*) dos produtos, de modo a utilizar os materiais de forma repetida em ciclos que mantêm seu valor intrínseco, além de rever padrões de consumo, com possibilidades como consumir menos e consumir produtos de melhor qualidade, mais duráveis e passíveis de reforma, conserto e remanufatura (RIBEIRO; KRUGLIANSKAS, 2015).

### 3.2 Benefícios da Economia Circular a dificuldade de implementação

Esta visão, de desenhar produtos eco-inteligentes para serem benéficos para os seres humanos e a natureza, não é apenas uma questão ética: é uma questão de competitividade e desempenho, com base num novo padrão de qualidade. Além de englobar a responsabilidade da indústria em projetar o produto de forma sustentável, a introdução destes princípios na fase de *design* do produto tem a potencialidade de criar novas oportunidades de negócio, dar valor acrescentado ao produto, conseguir vantagens competitivas para a empresa e uma maior aceitação por parte dos consumidores (Scott, 2013 apud LEITÃO, 2015).

Além dos benefícios que a Economia Circular traz para a natureza e para os humanos, o quadro 1 destaca outros benefícios decorrentes da Economia Circular.

<p><b>Benefícios para a economia</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Reduções de custo com matéria-prima;</li><li>• Redução de riscos na volatilidade e suprimento de materiais no mercado;</li><li>• Criação de oportunidades de novos negócios e crescimento nos setores primário, secundário e terciário;</li><li>• Redução das externalidades; e</li><li>• Estabelecimento de sistemas econômicos mais resilientes;</li></ul> <p><b>Benefícios para consumidores</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Melhoria da qualidade dos produtos;</li><li>• Redução da obsolescência programada;</li><li>• Maior possibilidade de escolha; e</li><li>• Benefícios secundários- por exemplo novas funções dos produtos.</li></ul>	<p><b>Benefícios para as empresas</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Potencial de lucro em novos negócios – Ex: atividades dos ciclos reversos;</li><li>• Novas formas de relacionamento com clientes;</li><li>• Oportunidades em novos modelos de negócio – Ex: remanufatura, reforma, etc;</li><li>• Novas oportunidades de financiamento;</li><li>• Criação de resiliência e vantagem competitiva;</li><li>• Redução custos e riscos com matérias-primas;</li><li>• Ganhos diretos com recuperação/ reciclagem dos materiais que eram descartados;</li><li>• Redução da complexidade dos produtos e ciclos de vida mais gerenciáveis; e</li><li>• Estímulo à inovação e ecodesign.</li></ul>
---	--

Quadro 1 - Benefícios da Economia Circular

Fonte: Ribeiro; Kruglianskas (2015) apud EMF (2012)

Um dos pontos chave das discussões sobre a implementação da Economia Circular tem sido sua consideração no projeto de produtos. Representantes da comunidade de projetistas afirmam que “resíduos são falhas do projeto”, uma vez que se considera que 80% dos fatores determinantes dos impactos ambientais de ciclo de vida de um produto são definidos na sua projeção, de acordo com a Royal Society of Arts-RSA (2014, p.7, apud RIBEIRO; KRUGLIANSKAS, 2015).

### 3.3 Cradle-To-Cradle (C2C) - Do Berço ao Berço

Segundo Silva (2016), apesar de nem todo material ter a capacidade de ser reutilizado, o impacto ambiental não é aceito dentro do *Cradle-to-Cradle*, tornando necessária a utilização de materiais biodegradáveis. Sempre que possível, os materiais deverão estar inseridos dentro de um sistema fechado para serem reutilizados na produção de novos produtos. Logo, também devem ser utilizados materiais bio-renováveis. Pode-se observar que o C2C tenta imitar a natureza, onde todo resíduo é transformado e utilizado de uma nova maneira.

Para McDonough e Braungart (2003), ao invés de ver materiais como problema de gestão de resíduos, como no sistema do berço ao túmulo, o C2C é baseado nos ciclos fechados de nutrientes da natureza, em que não há desperdício. Ao modelar estes ciclos regenerativos, o C2C procura, desde o início, criar sistemas, edifícios e comunidades que gerem efeitos inteiramente positivos sobre a saúde humana e ambiental, com menos resíduos e efeitos negativos, e mais efeitos mais positivos.

### **3.4 Ecodesing**

O *Ecodesign* ou Ecoconcepção, que, segundo Vilaça (2010, apud JÚNIOR & LIMA, 2015), tende a minimizar o impacto ambiental, reduzir custos de produção e possibilitar as empresas um diferencial competitivo dentro de um mercado que a cada dia dá maior ênfase ao desenvolvimento sustentável, assumindo assim um papel fundamental no contexto mundial, visto que a capacidade de se extrair matérias-primas da natureza vem se esgotando em um ritmo acelerado. Assim, a utilização de técnicas de desenvolvimento de produtos deve conter em sua base itens que possibilitem a geração de produtos com vistas ao *Ecodesign*, garantindo, então, o mínimo de impacto ambiental.

Os resíduos que serão gerados já devem ser analisados na fase de projeto e desenvolvimento do produto. Escolher materiais adequados ao descarte e que degradem menos o ecossistema, visando o uso consciente dos recursos naturais.

O *Ecodesign*, como ferramenta de gestão ambiental, proporciona à empresa uma forma de realizar inovações sistematicamente, de modo que busca sempre eliminar os problemas antecipadamente. Além do mais, pode se desdobrar de diferentes formas, dependendo dos objetivos que se deseja alcançar, como: aumento da quantidade de material reciclado no produto, redução do consumo de energia para o cliente, facilidade de manutenção e oferecer condições de separação de materiais após o uso. (Barbieri, 2007, apud OLIVEIRA; MARTINS; CÂNDIDO, 2011).

### **3.5 Logística Reversa**

A definição de Logística Reversa é uma nova área da logística empresarial, preocupa-se em equacionar a multiplicidade de aspectos logísticos do retorno ao ciclo produtivo destes diferentes tipos de bens industriais, dos materiais constituintes dos mesmos e dos resíduos industriais, por meio da reutilização controlada do bem e de seus componentes ou da reciclagem dos materiais constituintes, dando origem a matérias-primas secundárias que se reintegrarão ao processo produtivo (LEITE, 2009).

#### **3.5.1 Logística Reversa no Brasil**

Segundo a Lei Federal 12.305/10 referente à Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), há a obrigação da implementação da Logística Reversa por parte

de produtores de alguns setores, tais como embalagens de agrotóxicos, embalagens de óleos lubrificantes e pneus. Conforme mostra o gráfico 1, o recolhimento dos produtos do pós consumo obrigatórios pela coleta e a realização da logística reversa, de acordo com PNRS, aumentou nos últimos anos. Na evolução apresentada para o setor Embalagens de Óleos Lubrificantes, não há dados referentes a 2012 e 2013, pois estes não foram disponibilizados.

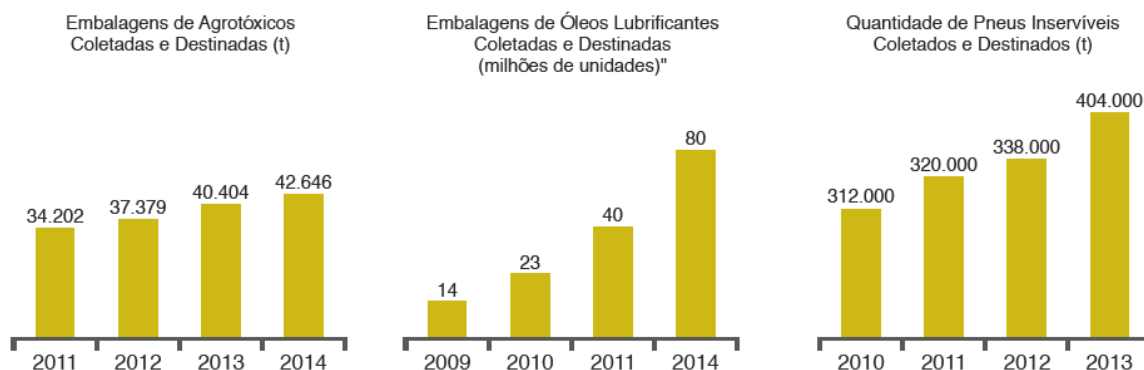


Gráfico 1 - Evolução da atividade de logística reversa em setores selecionados no Brasil

Fonte: Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias (2013)

### 3.5.2 Logística Reversa na Europa

Na Europa, de acordo com a diretiva 2008/98/EU referente ao tratamento dos resíduos, diz que a responsabilidade é do produtor em recolher os produtos do pós-consumo e disponibilizar canais reversos ou dar uma destinação adequada a esses resíduos. Os custos pertinentes à coleta seletiva e da redução de resíduos sólidos também é de responsabilidade dos produtores. Na Suíça, em Zurique, existe uma sacola padrão chamada *Abfallsack*, onde, o lixo doméstico só pode ser descartado nessa sacola padrão. De forma alguma os moradores de Zurique podem descartar os resíduos domésticos em outros modelos de sacolas. Quem descumprir a lei é punido com multa. Em caso de resíduos que o *Abfallsack* não comporte o volume, o consumidor final é responsável pela destinação final, onde deve acionar a coleta municipal, por exemplo, (SILVA & LEITE & DECHANDT, 2014).

### 3.6 Situação dos Resíduos no Brasil

O aumento da população brasileira e o consumo exagerado de aparelhos cada vez mais tecnológicos ou a praticidade das embalagens dos alimentos tem aumentado consideravelmente a quantidade de resíduos sólidos no Brasil. De acordo com a ABRELPE (2014), foram levantados dados sobre a quantidade de resíduos sólidos urbanos (RSU) e resíduos de serviços de saúde (RSS) em 400 municípios brasileiros das cinco regiões do país.

A pesquisa da ABRELPE (2014) constatou por meio de levantamento de dados

que, no ano de 2014, foram gerados em torno de 78,6 milhões de toneladas de resíduo sólido urbano, como mostra a figura 3. Este valor é 2,9% maior que em 2013, índice superior à taxa de crescimento populacional no país no período, que foi de 0,9%.

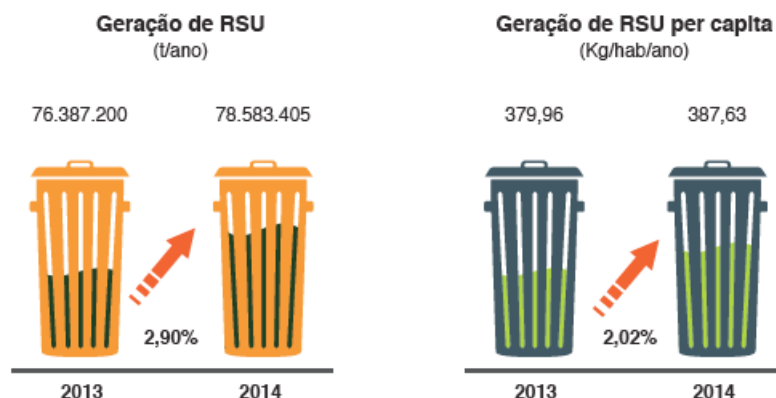


Figura 3 - Geração de resíduos sólidos urbano no Brasil

Fonte: ABRELPE (2014)

As informações contidas na pesquisa da ABRELPE (2014), também indicadas na figura 4, mostra que a coleta de resíduos sólidos urbanos em 2014 aumentou 3,2% em relação ao ano de 2013, onde atingiu uma quantidade de 71.260.045 toneladas de resíduos recolhidas em 2014.

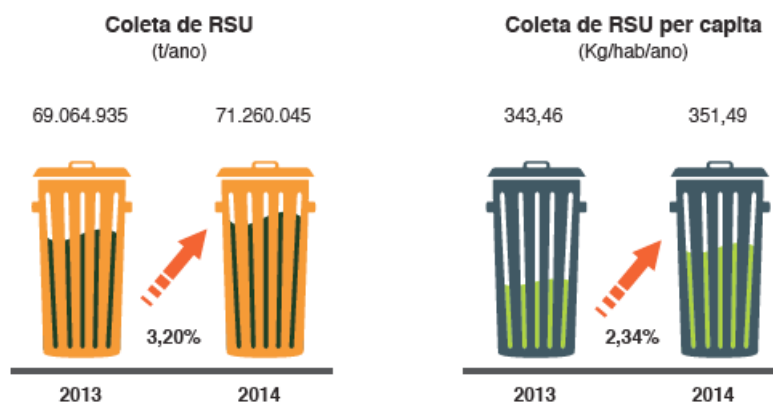


Figura 4 - Coleta de resíduos sólidos urbano no Brasil

Fonte: ABRELPE (2014)

### 3.6.1 Legislação dos Resíduos no Brasil

Existem normas, padrões, legislação e órgãos específicos no Brasil para o tratamento do problema de resíduos no país. A Lei Federal 6.938/81 é referente à Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), que visa preservar, recuperar e melhorar a qualidade ambiental não comprometendo os seres vivos dependentes do meio e andando em paralelo com o desenvolvimento socioeconômico do país. A Constituição Federal Brasileira contém o artigo 225 que tem por objetivo a prevenção do meio ambiente.

A Lei Federal 12.305 de 2010, referente à Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) fala sobre os geradores de resíduos sólidos e que os mesmos devem produzir ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos e a eles estão inclusos os instrumentos econômicos aplicáveis. As normas e padrões a serem seguidos para preservação do meio ambiente são definidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA.

A lei 12.305 de 2010, referente à PNRS, fortalece as normas previstas no Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA.

A PNRS é referente à regulamentação sobre o destino do descarte de resíduos produzido pelas indústrias e as normas desta Lei Federal visam à proibição de lançar os resíduos sólidos no meio ambiente, como por exemplo, em mares ou céu aberto. Ela obriga que as indústrias tenham uma logística reversa e que forneçam condições aos consumidores de destinarem de forma correta os produtos que consumiram.

### 3.7 Situação dos Resíduos na Europa

De acordo com a Fundação de Apoio ao Desenvolvimento da Universidade Federal de Pernambuco - FADE/UFPE (2014), a União Europeia gerou, em 2010, cerca de 252 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos. Entretanto, o gráfico 2 referente ao ano de 2010, indica a quantidade de resíduos sólidos urbanos gerados apenas por alguns Estados Membros da União Europeia. Os dados são expressos em quilograma por habitante por ano, com uma média de 509,82 milhões de toneladas de RSU gerados e 484,36 milhões de toneladas de RSU coletados.

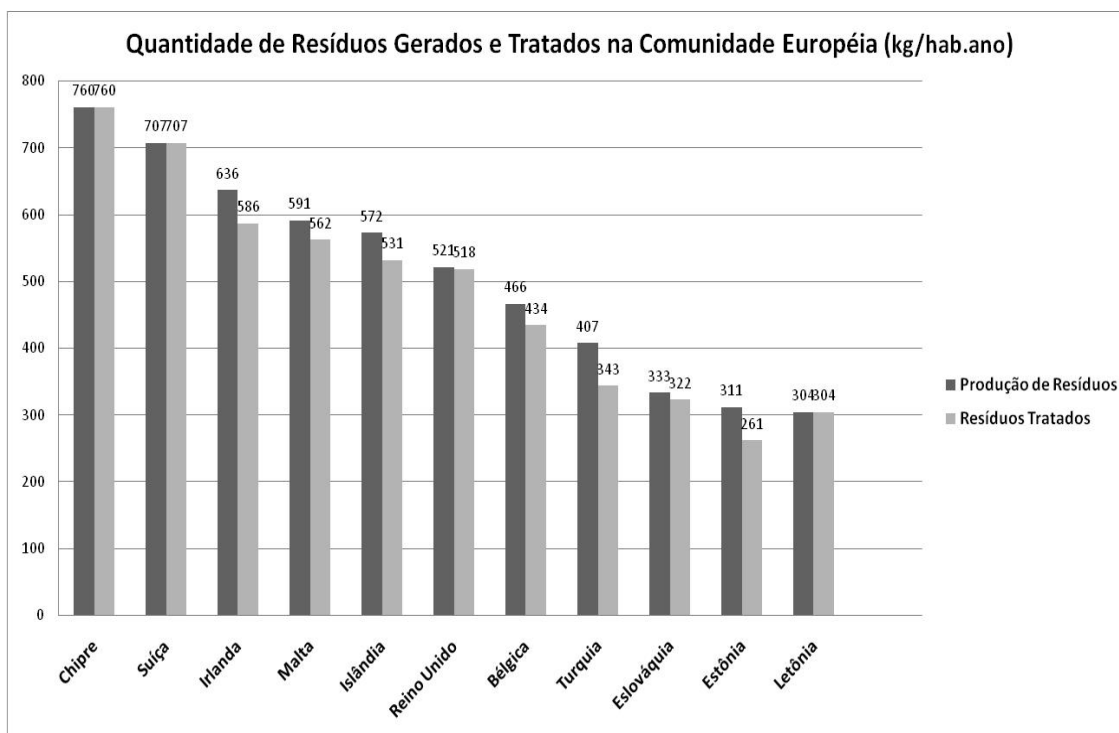


Gráfico 2 - Resíduos urbanos gerados por estados-membros em 2010

Fonte: Adaptado de Eurostat (2012)



Avaliou-se que a quantidade de resíduos gerados varia de Estado-membro para Estado-membro e essas variações são em decorrência das diferenças nos padrões de consumo e no poder econômico dos países. Na maioria dos países, os resíduos sólidos domiciliares representam um percentual entre 60 a 90% dos resíduos sólidos urbanos, enquanto o restante pode ser atribuído a fontes comerciais e administração.

Segundo a Eurostat, em 2010 foram gerados pelos Estados-Membros cerca de 5.687.987 milhões de toneladas. Contudo, o gráfico 3 mostra algumas das distribuições por Estado-Membro que a Eurostat pesquisou.

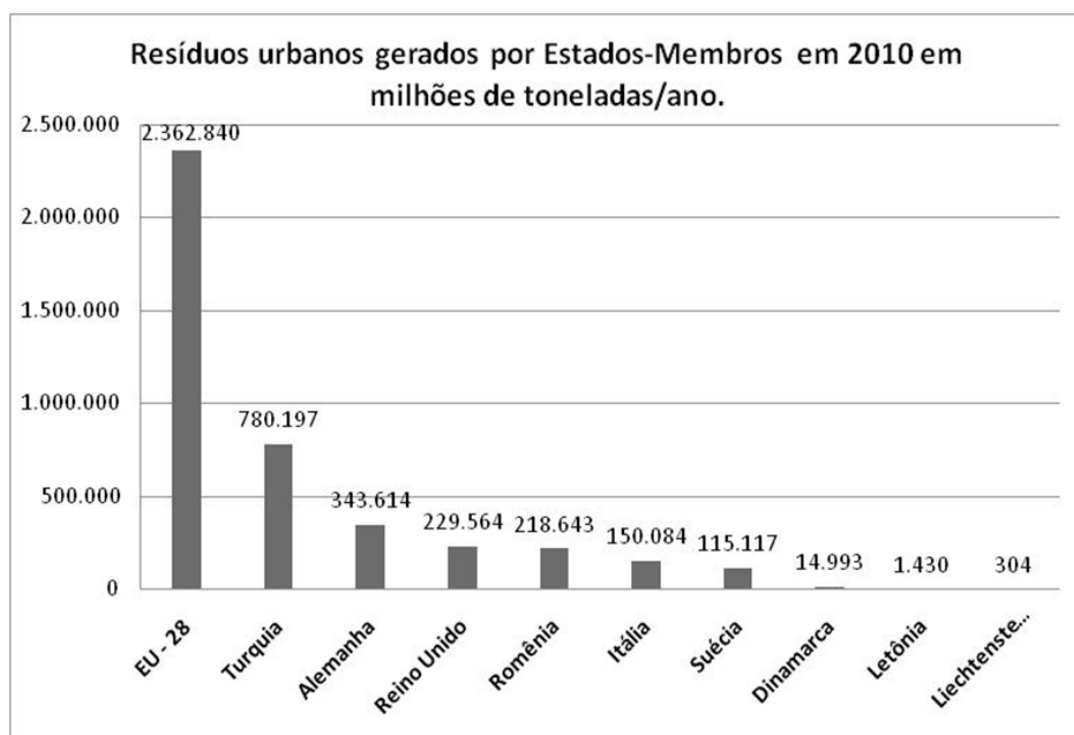


Gráfico 3 - Resíduos urbanos gerados por estados-membros em 2010 em t/ano.

Fonte: Adaptado de Eurostat (2012)

O gráfico 4 mostra a quantidade de resíduos tratados pela Europa e a forma como esta destinou seus resíduos, utilizando processos de: reciclagem, recuperação de energia, aterramento, incineração e descarte, de acordo com os Estados-Membros listados.

### Resíduos Tratados na Europa 2012 (Milhões de Toneladas/Ano)

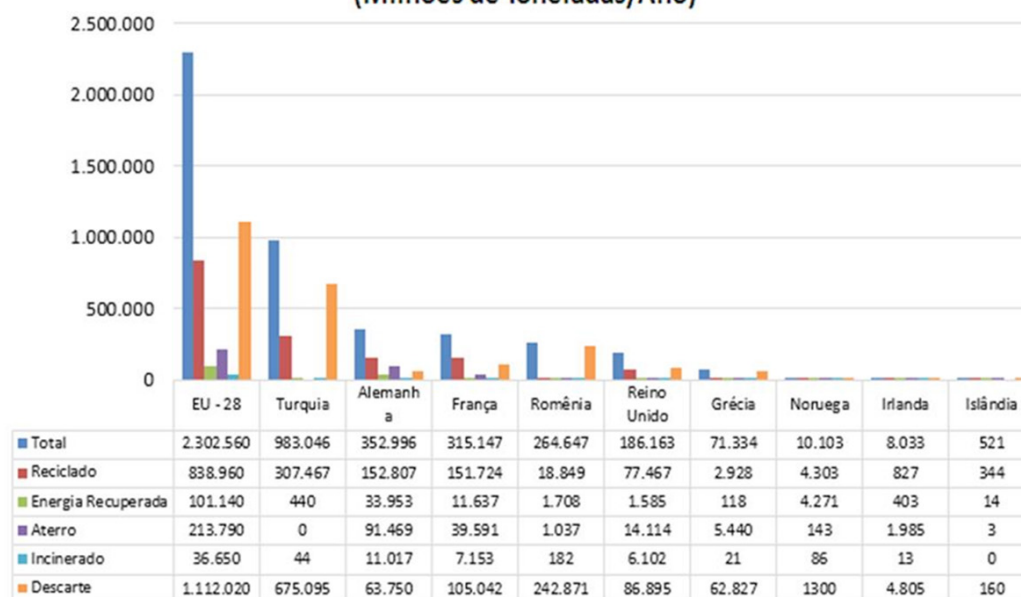


Gráfico 4 - Resíduos tratados na Europa

Fonte: Adaptado de Eurostat (2012)

#### 3.7.1 Legislação dos Resíduos na Europa

A diretiva 2008/98/EU, que diz a respeito do tratamento dos resíduos da União Europeia, tem por objetivo proteger o meio ambiente e a saúde humana, utilizar técnicas de gestão, valorização e reciclagem dos resíduos para melhorar seu reuso.

Segundo a diretiva, alguns pontos chaves são: hierarquizar os resíduos para que ocorra a prevenção, reutilização, reciclagem e recuperação de energia. Os custos da gestão e tratamento dos resíduos são de responsabilidade do produtor. A gestão dos resíduos não pode afetar a qualidade da água, do solo, do ar, da fauna e da flora. Há uma diferença entre o que é resíduo e o que é subproduto, onde, subproduto é classificado de acordo com a diretiva como o resultado de um processo de produção e o subproduto deve/pode ser reutilizados em processos subsequentes. As autoridades nacionais devem preparar planos de gestão e prevenção dos resíduos. Entretanto, a Europa possui mais diretrizes específicas para cada tipo de resíduo, como mostra a tabela 1.

LEGISLAÇÃO	OBJETIVO
Diretiva 75/442/CEE, do Conselho da UE	Uniformização do tratamento dos resíduos sólidos nos Estados-Membros.
Diretiva 91/156/CEE, do Conselho da UE	Foco na reutilização e na reciclagem; busca-se a prevenção ou redução da produção, da nocividade e da periculosidade dos resíduos.
Diretiva94/62/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho da EU.	Harmonização das disposições nacionais referentes aos resíduos de embalagens, para prevenir e reduzir o seu impacto no ambiente.
Diretiva1999/31/CE, do Conselho da EU.	Redução dos efeitos negativos sobre o meio ambiente relacionados aos resíduos que vão para os aterros (poluição das águas de superfície, das águas subterrâneas, do solo e da atmosfera).
Diretiva 2000/76/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho da EU.	Prevenção ou redução ao mínimo dos efeitos negativos no ambiente e dos riscos para a saúde humana, resultantes da incineração e coincineração dos resíduos.
Diretiva2006/21/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho da EU..	Enquadramento legal para o tratamento dos resíduos na comunidade. Definição de conceitos-chaves, dos requisitos essenciais para a gestão de resíduos e da obrigação dos Estados-Membros elaborarem planos de gestão de resíduos.
Diretiva2008/98/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho da EU.	Medidas de proteção do ambiente e da saúde humana, prevenindo ou reduzindo os impactos adversos decorrentes da geração e gestão de resíduos; redução dos impactos da utilização dos recursos e melhoria da eficiência dessa utilização.
Diretiva2000/53/CE	Fim de vida útil dos veículos.
Diretiva2009/16/CE	Reciclagem de navios.
Diretiva2006/66/CE	Pilhas, acumuladores e seus resíduos.
Diretiva2012/19/CE	Resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos.
Diretiva2009/125/CE	Concepção ecológica dos produtos relacionados com o consumo de energia.

Tabela 1 - Legislação da União Europeia sobre resíduos sólidos

Fonte: Adaptada de FADE/UFPE (2014).

## 4 | APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS DADOS

Por meio do levantamento de dados realizado neste trabalho, a aplicabilidade da legislação no Brasil e na Europa é demonstrada. Em ambos os cenários, há legislação referente aos resíduos. Entretanto, o Brasil necessita de diversas leis e padrões estabelecidos pelo CONAMA para uma lei/padrão reforçar a (o) outra (o), enquanto que, na Europa, uma diretriz específica sobre a tratativa de resíduos é suficiente para que o processo ocorra.

A Economia Circular é um modelo econômico que traz benefícios para o meio ambiente, visando a redução ou eliminação dos resíduos. Ao se utilizar resíduos resultantes da produção, a extração de recursos naturais será minimizada e as

empresas reduzirão a necessidade de compra de matérias-primas virgens a serem utilizadas na cadeia produtiva.

O *Ecodesign* tem suma importância na EC, pois a partir dele, vê-se a necessidade de se projetar de forma consciente, escolhendo matérias-primas adequadas ao processo produtivo, uso de materiais biodegradáveis e realização de um eficiente gerenciamento dos recursos, como por exemplo, água e energia.

Embora o modelo econômico da EC seja vantajoso, ele também apresenta dificuldades de implementação, principalmente no Brasil. Não há incentivo para as empresas por parte do governo e assim, dificultando o processo de inserção da EC no país de forma efetiva. Outro fator relevante é a cultura da população brasileira, que ainda não é baseada na sustentabilidade. A falta de consciência sobre a necessidade de descartar seus resíduos domésticos de forma adequada, bem como buscar pontos de coletas como canais reversos, realizar coleta seletiva nos domicílios e procurar consumir produtos mais sustentáveis.

Em relação aos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), cada brasileiro gerou em 2014, aproximadamente 390 kg de RSU e coletou 351,49 kg de RSU, ou seja, 9,3% deste RSU tem seu destino final desconhecido. Já na Europa, observa-se que a maior parte dos resíduos gerados pelos Estados-Membros no ano de 2010, foram tratados. Porém o percentual de resíduos não tratados na Irlanda foi 7,9% e na Estônia, de 16,1%, por exemplo. A diferença entre os dois países europeus utilizados como exemplo e outros países da Europa, reforça a abordagem realizada por FADE/UFPE (2014), que a geração de resíduos na Europa varia de acordo com a diferença nos padrões de consumo e poder econômico.

No continente europeu, a questão ambiental é tratada há anos e no Brasil, o impulso maior veio após a Política Nacional de Resíduos Sólidos sancionada no ano de 2010. A Europa busca cada vez mais a utilização da EC e o reaproveitamento de seus resíduos, pois há uma redução na obtenção de matérias-primas a serem utilizadas em seus processos produtivos, já que a Europa importa a maior parte de seus recursos naturais primários.

A falta de fiscalização no Brasil em relação as leis ambientais, pode ser explicada pela sua imensa extensão territorial, havendo necessidade de muitos profissionais para executá-la. Por outro lado, na Europa existem diversas diretrizes que são específicas para cada tipo de resíduo. A fiscalização é eficiente e eficaz na Europa, pois, cada Estado-Membro se auto fiscaliza, enquanto no Brasil, os estados nacionais não têm essa autonomia.

Na Europa, o modelo econômico é mais aceito e a implementação é mais fácil, pois o governo da União Europeia atua sobre as questões do aquecimento global, efeito estufa, escassez de água e matérias-primas e, a população europeia é mais consciente que a maior parte dos brasileiros sobre a questão ambiental, e o quão importante é a destinação adequada dos resíduos, sejam eles sólidos urbanos ou industriais.

## 5 | CONCLUSÃO

A Economia Circular traz vantagens para as empresas reduzindo custos de obtenção de recursos naturais e auxiliando na maximização de lucros; para os consumidores na melhora da qualidade dos produtos e para o meio ambiente, na redução dos resíduos sólidos.

Entretanto, é um modelo de difícil implementação, cujas mudanças devem ser iniciadas nas universidades, para que futuros engenheiros e projetistas, por exemplo, tenham consciência, base teórica e prática para projetarem produtos com materiais adequados e biodegradáveis e que os resíduos do processo produtivo possam ser reinseridos na manufatura, na reciclagem ou no reuso.

Outra dificuldade é mudança de estratégia das empresas em relação ao ciclo de vida dos produtos, com constantes lançamentos de produtos de baixo tempo de vida útil. Deve-se buscar novas tecnologias, implementar a análise do ciclo de vida na sua cadeia produtiva e buscar parceiros e fornecedores que realizem a mesma prática.

Pelo fato de os países europeus terem uma extensão territorial reduzida, se comparado ao Brasil, eles são forçados a dar destinação adequada a seus resíduos, pois o uso das terras disponíveis para uso como aterros sanitários deve ser evitado.

Uma sugestão para o Brasil avançar na conscientização populacional e implementação da EC no país seria buscar parcerias entre empresas ou com instituições nacionais ou internacionais como a *Ellen MacArthur Foundation*, por exemplo, que dispõe de pessoas e profissionais especializados. O objetivo seria auxiliar as empresas a buscarem alternativas de implementação, ou seja, para se redesenharem industrialmente e inserirem a EC na cadeia produtiva. Outro ponto é efetivar parcerias com canais de mídia que divulgue informação aos brasileiros sobre a importância da EC e sobre o tratamento dos resíduos, além de informações sobre os postos de coletas disponibilizados pelas empresas.

## REFERÊNCIAS

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**, 2014. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2014.pdf>>. Acesso em: 14 jun. 2016.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION - **EMF**. Rumo à Economia Circular: O racional de negócio para acelerar a transição. 2015. Disponível em: <[www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/publicacoes](http://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/publicacoes)>. Acesso em: 21 abr. 2016.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION - **EMF**. *Towards the Circular Economy - Economic And Business Rationale For An Accelerated Transition*, 2012. Disponível em: <[www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/publicacoes](http://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/publicacoes)>. Acesso em: 21 abr. 2016.

EUROSTAT - **Eurostat Statistics Explained**, 2012. Disponíveis em: <[http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Waste\\_statistics/pt#Estat.C3.ADsticas\\_de\\_res.C3.ADduos](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Waste_statistics/pt#Estat.C3.ADsticas_de_res.C3.ADduos) e [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/images/9/9d/Total\\_waste\\_generated%2C\\_2010\\_and\\_2012\\_%28thousand\\_tonnes%29\\_YB15.png](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/images/9/9d/Total_waste_generated%2C_2010_and_2012_%28thousand_tonnes%29_YB15.png)>. Acesso em: 01 out. 2016.

Fundação de Apoio ao Desenvolvimento da Universidade Federal de Pernambuco – **FADE/UFPE**. Análise das diversas tecnologias de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão, 2014. Disponível em: <[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/produtos/download/aep\\_fep/chamada\\_publica\\_residuos\\_solidos\\_Relat\\_Final.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/produtos/download/aep_fep/chamada_publica_residuos_solidos_Relat_Final.pdf)>. Acesso em: 14 jun. 2016.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T.. Métodos de Pesquisa, 1a Edição: **UFRGS**, 2009.

Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias - **inpEV**, Reciclanip, 2013. Disponível em: <<http://www.inpev.org.br/>>. Acesso em: 14 jun. 2016.

JÚNIOR, M. S.; LIMA, S. F.. *Ecodesign e análise do ciclo se vida: futuro sustentável*. **Ciências exatas e tecnológicas**, Maceió, v. 2, n.3, p. 47-62, Maio 2015.

Lei 6.938/81 de 31 de agosto de 1981, **Governo Federal**. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm)>. Acesso em: 21 abr. 2016.

Lei 12.305 de 2 de agosto de 2010, **Governo Federal**. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em: 21 abr. 2016.

LEITÃO, A.. Economia Circular: Uma nova filosofia de gestão para o séc. XXI. **Revista: Portuguese Journal Of Finance, Management And Accounting** ISSN: 2183-3826. Vol1, N° 2, Setembro 2015.

LEITE, P. R.. **Logística Reversa- Meio Ambiente e Competitividade**, 2a Edição: Pearson, 2009.

MCDONOUGH, W.; BRAUNGART, M.. *Toward a sustaining architecture for the 21st century: The promise of Cradle to Cradle design*, **Industry & Environment**, 2003. Disponível em: <[http://www.c2c-centre.com/sites/default/files/McDonough%20-%20Towards%20a%20sustaining%20architecture%20for%20the%2021st%20century-%20the%20promise%20of%20cradle-to-cradle%20design\\_0.pdf](http://www.c2c-centre.com/sites/default/files/McDonough%20-%20Towards%20a%20sustaining%20architecture%20for%20the%2021st%20century-%20the%20promise%20of%20cradle-to-cradle%20design_0.pdf)>. Acesso em: 15 maio 2016.

OLIVEIRA, V. M.; MARTINS, M. F.; CÂNDIDO, G. A.. O *Ecodesign* como ferramenta de gestão ambiental aplicada ao setor da construção civil: o caso de um condomínio horizontal com proposta sustentável em Campina Grande – PB. In: **V ENCONTRO DE ESTUDOS EM ESTRATÉGIA**, Porto Alegre/RS, 2011. Disponível em: <[http://www.anpad.org.br/diversos/trabalhos/3Es/3es\\_2011/2011\\_3ES293.pdf](http://www.anpad.org.br/diversos/trabalhos/3Es/3es_2011/2011_3ES293.pdf)>. Acesso em: 25 maio 2016.

RIBEIRO, F. M.; KRUGLIANSKAS, I.. A Economia Circular no contexto europeu: Conceito e potenciais de contribuição na modernização das Políticas de Resíduos Sólidos. **ENGEMA – Encontro Internacional Sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente**, 2015. Disponível em: <<http://www.engema.org.br/XVIENGEMA/473.pdf>>. Acesso em: 21 abr. 2016.

SILVA, E. P.. Economia Circular – Você sabe o que é *Cradle-To-Cradle®*? (Parte 1 de 3), 2016. Revista Digital: **NEGÓCIOS & CARREIRAS**. Disponível em: <<http://negociosecarreiras.com.br/economia-circular-voce-sabe-o-que-e-cradle-to-cradle-parte-1-de-3/>>. Acesso em: 21 abr. 2016.

SILVA, E. P.. Economia Circular – Os ciclos e a certificação *Cradle-To-Cradle®* (Parte 2/3), 2016. Revista Digital: **NEGÓCIOS & CARREIRAS**. Disponível em: <<http://negociosecarreiras.com.br/economia-circular-os-ciclos-e-certificacao-cradle-to-cradle-parte-23/>>. Acesso em: 21 abr. 2016.

SILVA, G. H. S.; LEITE, C. E.; DECHANDT, S. G.. Logística Reversa: uma comparação de sua utilização no Brasil e na Suíça. In: **XI SEGeT Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia**, 2014. Disponível em: <<http://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos14/3620170.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2016.



## SUSTENTABILIDADE DO PROCESSO DE LIMPEZA DA CANA-DE-AÇÚCAR POR MEIO DA APLICAÇÃO DA MANUFATURA ENXUTA

### Manoel Gonçalves Filho

(Universidade Metodista de Piracicaba - UNIMEP)  
Piracicaba SP. E-mail: manoel.filho1@a.unimep.br  
(Autor correspondente)

### Lisleandra Machado

(Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia – Campus Santos Dumont) Sudeste de Minas Gerais. E-mail: lisleandra.machado@ifsudestemg.edu.br

### Reinaldo Gomes da Silva

(Escola de Engenharia de Piracicaba) Piracicaba SP. E-mail: reinaldorgda@gmail.com

### Silvio Roberto Ignácio Pires

(Universidade Metodista de Piracicaba - UNIMEP)  
Piracicaba SP. E-mail: silvio.pires@unimep.br

**RESUMO:** A água é um recurso finito e escasso que tem chamado a atenção de governantes e empresários com medidas para seu uso mais racional. A indústria sucroenergética está incluída entre os que utilizam intensivamente a água para o desenvolvimento das suas atividades. Neste artigo, a atenção volta-se ao procedimento da limpeza da cana-de-açúcar no processo de recebimento na usina sucroalcooleira. Reutilizar água residuária ou substituí-la por outra opção de limpeza da cana-de-açúcar passa a ser uma exigência para o desenvolvimento de um negócio mais sustentável. Portanto, o objetivo é aplicar os princípios e algumas ferramentas

*lean* para reduzir o uso da água no processo de recepção da cana-de-açúcar. O método de pesquisa utilizado foi, a partir de uma revisão bibliográfica, realizou-se um estudo de múltiplos casos. Os resultados mostram que a integração da Manufatura Enxuta (*lean*) com a Manufatura Verde (*green*) pode ser um caminho bem positivo e rentável para as empresas do setor.

**PALAVRAS-CHAVE:** Manufatura Enxuta, Processo Produtivo, Gestão da produção, Usina Sucroenergética.

**ABSTRACT:** Water is a finite and scarce resource that has drawn the attention of governments and businesses with measures for their rational use. The sugarcane industry is included among those who make intensive use of water for the development of their activities. In this article, attention turns to the procedure of cleaning of sugarcane in the receiving process in the sugarcane mill. Reusing wastewater or replace it with another cleaning option sugarcane becomes a requirement for the development of a more sustainable business. Therefore, the aim is to apply the principles and some lean tools to reduce water use in the process of reception of sugarcane. The research method used was from a literature review, there was a study of multiple cases. The results show that the integration of lean manufacturing with the Green Manufacturing can be a very positive

way and profitable for companies in the sector.

**KEYWORDS:** Lean Manufacturing, Production Process, Production management, plant sugarcane.

## 1 | INTRODUÇÃO

A agroindústria sucroenergética brasileira é responsável por movimentar cerca de US\$ 14 bilhões em *commodities* (açúcar, etanol e derivados) anualmente (SINDIQUÍMICOS, 2014). O setor está incluso entre os setores de uso intensivo da água para o desenvolvimento das suas atividades, estima-se que o setor seja responsável por 23% da demanda por água no Estado de São Paulo (ELIA NETO, SHINTAKU, 2009). Ainda segundo os mesmos autores, como essa matriz produtiva brasileira se apoia largamente no uso dos recursos hídricos, é necessário que a gestão deste recurso esteja inserida dentre as prioridades do país.

A procura por alternativas que eliminem o uso de água nas usinas é grande e reutilizar águas residuárias ou substituir por outra opção resolve dois problemas: (i) reduz o consumo de água fresca e (ii) o descarte de efluentes que estão impróprios ao meio ambiente, seja nos mananciais ou na irrigação das lavouras (PAQUES, 2014).

Assim, as usinas podem e devem investir na implantação de sistemas de gerenciamento e equipamentos. Conforme Piacente (2005), esses sistemas tem a finalidade de aumentar a eficiência das usinas, melhorar sua competitividade, produtividade e fazer com que seus processos se adequem às exigências e padrões de qualidade, ambiental, segurança, entre outros.

Nesse sentido, Verrier, Rose, Caillaud, Remita (2014) relatam que o sistema de Manufatura Enxuta (ME - *Lean Manufacturing*) pode incidir sobre as formas de melhorar as operações, racionalizar o uso dos recursos utilizados na produção e reduzir o desperdício de forma a minimizar ou eliminar os resíduos do ponto de vista ambiental. Ainda segundo os mesmos autores, olhando para as operações a partir de uma perspectiva *green* pode-se beneficiar não só o ambiente, mas os *stakeholders*, proporcionando vantagem competitiva, lucratividade (que muitos fabricantes estão procurando) e sustentabilidade ambiental.

Então, visa-se relacionar aspectos da filosofia e de algumas ferramentas utilizadas na ME para contribuir na melhoria do processo de recepção de cana-de-açúcar nas usinas sucroalcooleira.

## 2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Manufatura Enxuta (*Lean Manufacturing*)

Segundo, Womack e Jones (1998), a Manufatura Enxuta (ME), do inglês *Lean Manufacturing*, é considerada enxuta porque é uma metodologia aplicada ao processo

de produção que busca fazer cada vez mais utilizando cada vez menos recursos. Isso significa menos esforço humano, menos tempo, menos movimentação e menos espaço, eliminando, assim, desperdícios, diminuindo a geração de resíduos e aumentando os benefícios para a corporação por meio de atividades que apenas agreguem valor ao produto final, com foco nos clientes, para ofertar exatamente o que eles desejam.

Conforme Brunilde, Bertrand, Caillaud, Remita (2013), para tornar-se e manter-se competitivo, as organizações devem adotar estratégias de evolução e a ME é uma estratégia utilizada em várias empresas industriais que se baseia na identificação e eliminação de resíduos (desperdícios) em várias etapas dos processos de produção.

### 2.1.1 *Melhoria Contínua*

O conceito *Kaizen* está fundamentado na cultura do Japão como um modo de vida, principalmente no pós-guerra quando o país estava destruído e não apenas nas empresas as melhorias eram necessárias, mas nas suas próprias vidas. Nesse sentido, o melhoramento contínuo passou a ser uma “filosofia de vida” com a qual o povo japonês aprendeu a conviver no seu dia a dia.

Conforme Mano, Akoten, Yoshino, Sonobe 2014, o conceito de *Kaizen* é sempre estar em busca da melhoria contínua e isso pode refletir diretamente junto à produtividade e à qualidade sem gasto ou com o mínimo de dispêndio possível.

### 2.1.2 *Mapa de fluxo de valor (MFV)*

O Mapa de Fluxo de Valor (MFV) consiste em duas fases principais: primeiro e inicialmente analisa-se o estado atual do fluxo de valor, por meio da análise do *layout* do fluxo verifica-se onde existem fontes de desperdícios, após descobertos são reduzidos, criando-se, na segunda fase, um novo fluxo de Valor (estado futuro), atacando-se também prazos de entrega e redução dos inventários (ROTHER, SHOOK, 2003).

O MFV permite “enxergar” o fluxo, tornando possível uma análise e otimização de fluxos melhorando o fluxo global com redução de tempo, custo ou de recursos naturais e sociais o que permite melhorias na produtividade e qualidade, ou seja, é o ponto de partida para melhorar o desempenho global (BERTHOLEY; BOURNIQUEL; RIVERY; COUDURIER; FOLLEA, 2009).

Portanto, para se manter a vantagem competitiva, as empresas buscam otimizar sua produção em termos de eficiência de custos, prazo de entrega e qualidade, ou por pressões necessárias à proteção ao meio ambiente. Diante deste cenário tem-se o Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) como sendo precursor de todo o processo de melhoria do sistema de manufatura.

### 2.1.3 Lean Green (LGn)

A aplicação da Manufatura Enxuta (ME) pode trazer diversos resultados para a empresa em termos de produtividade e busca de racionalização na utilização dos recursos disponíveis. Dentre esses fatores, pode haver uma relação estreita da ME com o meio ambiente na busca de um menor impacto ambiental.

Assim, do ponto de vista da ME (*Lean*), ineficiências de recursos devem ser minimizadas, pois não contribuem para o valor agregado ao produto ou serviço. Dües, Tan e Lim (2013) afirmam que a aplicação da ME funciona como um catalisador para a Manufatura Verde (MV), pois facilita o processo de transformação da empresa em prol do seu desenvolvimento de forma sustentável.

Bergmiller e McCright (2009) identificaram a correlação entre as operações verdes e os resultados da ME (*Lean*). Os autores descobriram que as empresas que buscam as operações *Lean* alcançam melhores resultados quando incluem práticas verdes em relação às empresas que não o fazem.

Assim, tem-se que as práticas verdes estão diretas ou indiretamente ligadas às práticas *Lean* em um ambiente de melhoria contínua, sendo que o desenvolvimento da ME vai direcionar a empresa para a adoção dessas práticas em um contexto organizacional. Desse modo, a garantia de qualidade ambiental das organizações representa um desafio contínuo aos gestores das empresas de processo.

## 2.2 Recepção da cana-de-açúcar

Uma das primeiras etapas do processo produtivo em uma usina sucroalcooleira é a atividade de recepção e limpeza, ilustrada na Figura 1. Nessa etapa busca-se minimizar as impurezas minerais e vegetais que foram impregnadas na matéria prima durante o seu cultivo. Tradicionalmente, executa-se essa limpeza com jatos de água antecedendo os tornos de moenda.



Figura 1: Ilustração da limpeza da cana-de-açúcar com água na recepção  
(Fonte: Embrapa, 2014; SBA; STAB; CTC; 2012).

A Figura 2 representa o início do processo produtivo que começa quando a cana-de-açúcar é descarregada diretamente nas mesas alimentadoras, as quais realizam a limpeza dessa matéria prima por meio da água retirada dos mananciais, represas e

nascentes. Os picadores, desfibradores, difusores e ternos de moenda, na sequência, complementam o processo de moagem.

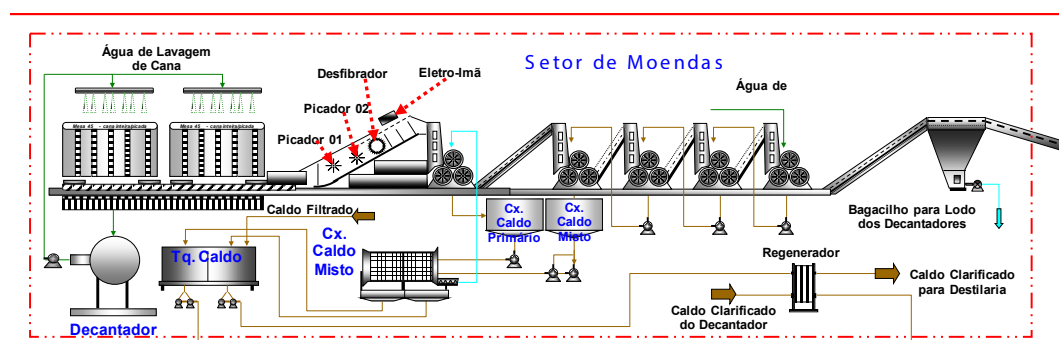


Figura 2: Início do processo produtivo da usina sucroalcooleira

(Fonte: UDOP, 2014).

A pesquisa realizada por Omena, Callado, Pedrosa, Pimentel, Menezes, Torquato Jr, Lopes, Silva, (2004) apontou que as usinas misturam 50% de água de boa qualidade com 50% de água de baixa qualidade (a que retorna do decantador), isso porque sua qualidade físico-química e bacteriológica tende a diminuir ao longo da safra. O trabalho de pesquisa também identificou a adição de leite de cal para fazer a correção do pH da água na tentativa de manter sua qualidade, pois a água de reuso na limpeza da cana-de-açúcar possui grande potencial poluidor. Além do cal, estão constituídas de terra, nutrientes, açúcares, microrganismos e outras impurezas.

Payne (1990) afirmava, há 25 anos, que a não realização da limpeza da cana-de-açúcar acarretaria a presença de microrganismos que acabariam por diminuir a eficiência da etapa de fermentação. Referente ao meio ambiente, Stupiello (2014) relata que as medidas ambientais, especialmente ligadas ao consumo de água e às perdas de açúcares na limpeza da cana-de-açúcar obrigaram as unidades produtoras a deixarem de lavar ou a de buscarem um sistema de limpeza a seco.

### 2.2.1 Limpeza a seco

Os principais motivos para a limpeza de cana-de-açúcar a seco são: (i) Aumento da colheita mecanizada, esse tipo de colheita tem a opção apenas da cana-de-açúcar picada que também traz a palha agregada e que a limpeza com água não separa; (ii) Aproveitamento de parte da palha para fins energéticos; (iii) Aproveitamento de parte da palha como adubo no próprio solo da atual colheita; (iv) Evitar o aumento do desgaste dos equipamentos (moagem); (v) Remoção das impurezas minerais e vegetais; (vi) Teor reduzido de impurezas minerais na palha separada e; (vii) Redução no nível de perdas (SBA; STAB; CTC, 2012).

A Figura 3 ilustra os equipamentos necessários para o procedimento de limpeza a seco. São eles: (i) Mesa alimentadora 45°; (ii) Esteira metálica; (iii) Transportadores



de cana-de-açúcar (correia); (iv) Ventiladores (sopradores); (v) Peneiras de separação de palha, terra e pedra; (vi) Transportadores de palha; (vii) Transportadores de terra e pedra; (viii) Picador de palha e; (ix) Transportadores de palha picada para a caldeira (DEDINI, 2015).



Figura 3: Ilustração dos equipamentos para limpeza a seco  
(Fonte: DEDINI, 2015).

Posteriormente à limpeza a seco, a cana-de-açúcar vai para um sistema de separação que consiste de uma mesa com discos que são acionados quando os eixos são movimentados por motos redutores. Nesse processo a cana-de-açúcar utilizada pode ser tanto inteira quanto picada, queimada ou não. Esta matéria prima é descarregada sobre esses discos e sofre a separação de matéria estranha ao passar entre os discos, ou seja, palha, pedra e terra são separadas da cana-de-açúcar. Depois da palha separada pelo sistema de limpeza a seco, passa pelo picador para que seja mais bem aproveitada quando queimada na caldeira, ou seja, a palha picada se torna mais inflamável e gera mais energia.

## 2.3 DMAIC

Conforme Kasahara e Carvalho (2003), as fases de aperfeiçoamento do processo e do treinamento das pessoas para que possam obter melhores resultados costumam ser denominadas de DMAIC: (i) definir (*define*), (ii) medição (*measure*), (iii) análise (*analyse*), (iv) aperfeiçoamento (*improve*) e (v) controle (*control*).

Assim, tais fases deverão ser seguidas na aplicação da ME (*lean*) na busca da melhoria da etapa de recepção da cana-de-açúcar pela usina sucroalcooleira. Por isso utilizou-se aqui do DMAIC por ser uma metodologia sistematizada e estruturada que possibilita a organização das atividades a serem desenvolvidas, ações a serem implementadas e melhorias a serem monitoradas.

## 3 | ABORDAGEM METODOLÓGICA

O método de pesquisa utilizado foi o Estudo de Casos, que segundo Miguel (2007), é composto pelas etapas apresentadas na Figura 4.



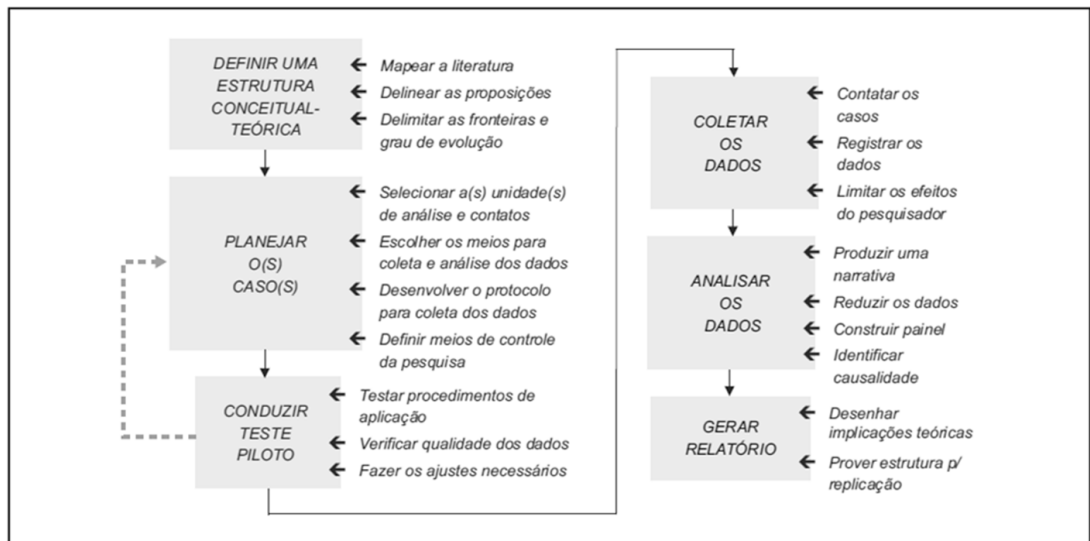


Figura 4: Etapas para elaboração de Estudo de Casos

(Fonte: Miguel, 2007).

Foi realizada uma revisão bibliográfica, no período de 2004 a 2014, via o Portal de Periódicos da CAPES e de outras fontes para determinar a área de conhecimento por meio das palavras chaves: *lean manufacturing*, *lean green*, DMAIC, usina de açúcar e etanol e cana-de-açúcar, análise de viabilidade econômica.

O planejamento dos casos teve como critério de escolha das usinas, suas iniciativas de inovação organizacional e tecnológica para o desenvolvimento da gestão dos sistemas produtivos. Do total de oito usinas sucroalcooleiras contatadas, são seis as que participaram como unidades de análise, sendo que: duas delas serviram de teste piloto de conhecimento do processo produtivo de açúcar e álcool por meio de visitas técnicas previamente agendadas, bem como do aprimoramento do questionário de pesquisa. As outras quatro usinas restantes participaram como respondentes do questionário da pesquisa já aprimorado durante o teste piloto.

Foi elaborado um instrumento de coleta de dados (questionário) para que o estudo de casos fosse desenvolvido. Miguel (2007) recomenda que se utilize de teste-piloto (pré-teste) de forma a facilitar ao pesquisador a determinação de unidades de análise, verificar a qualidade dos dados e realizar os ajustes necessários para o aprimoramento do questionário. Sob essa orientação, realizaram-se duas visitas técnicas, sendo: a primeira em uma usina localizada na cidade de Jaú (SP) e a segunda na cidade de Itacemópolis (SP). Assim se pode-se aplicar, realizar ajustes e desenvolver esse instrumento de coleta de dados (questionário) da pesquisa.

A coleta dos dados foi de forma direta e concisa, acerca da gestão do processo produtivo pertinente ao problema ambiental proposto inicialmente. Nessa etapa, quatro usinas sucroalcooleiras participaram, que por motivos de sigilo das informações coletadas serão denominadas Usina A, B, C e D. A coleta e registro dos dados aconteceu por meio do *JotForm* (site de pesquisa) como repositório de informação. Geraram-se, automaticamente, informações que foram registradas em planilhas eletrônicas.

Dessa forma, construiu-se o relatório final com as implicações teóricas a partir da identificação dos principais resultados do estudo de múltiplos casos.

#### 4 | ANÁLISE E RELATO DO ESTUDO DE CASOS

Inicialmente, buscou-se investigar se essas usinas têm em sua cultura traços ou experiências da “filosofia” da ME. Constatou-se que, as usinas A e D, praticam e tem em sua cultura organizacional a ME como estratégia de produção.

Constatou-se nas usinas A, B, C e D que as impurezas (tais como terra, palha e pedras) entram no processo produtivo após a recepção da cana-de-açúcar, e foi unânime o reconhecimento de que essas impurezas se constituem em um problema que afeta o rendimento dos ternos de moenda, bem como acelera o desgaste dos equipamentos. Essas usinas reconhecem a possibilidade de separação da palha da cana-de-açúcar e de alguma forma transportá-la até a caldeira. Apenas uma delas, a usina B, não limpa a cana-de-açúcar antes de iniciar a moagem, ou seja, a matéria prima entra com todas as impurezas no seu processo produtivo. Porém, há o reconhecimento, por parte da empresa, que a quantidade de palha que entra no processo é grande.

O consumo de água para a limpeza da cana-de-açúcar na recepção das usinas existe para as usinas A e D. Sendo que a usina D, tem os dois tipos de limpeza: com água e a seco. A usina C, não utiliza água e realiza limpeza a seco. A usina B não faz limpeza. Entretanto, há o reconhecimento de que esse recurso natural precisa ser tratado (e é tratado) antes de ser devolvido à natureza pelas usinas A e D.

Com foco na utilização da palha, que possivelmente possa ser separada da cana-de-açúcar na recepção, buscou-se conhecer as práticas das usinas. Nas usinas C e D a palha é separada da cana-de-açúcar e está sendo aproveitada para fins energéticos e não faz falta para o campo, pois no momento do corte a colheita mecanizada deixa quantidade suficiente de palha no campo que é utilizada como adubo. Porém, as usinas A e B não separam a palha na recepção.

As usinas A e B relataram que há subtração de sacarose causada pela presença de palha e, também destacaram que, há diminuição perceptível da produtividade do processo de moagem. As usinas C e D opinaram que não percebem a perda de sacarose pela presença de palha e que, igualmente, não detectam perda de produtividade. É importante destacar que, os respondentes das usinas A e B, relataram que a palha não separada da cana-de-açúcar na recepção significa que, a cada tonelada de palha que entra no processo de moagem, tem-se uma tonelada a menos de cana-de-açúcar moída.

Na sequência, pesquisou-se sobre o destino da água utilizada pelas usinas após a limpeza da recepção da cana-de-açúcar. As usinas A e D destinam a água utilizada para o lago de decantação. Lembrando que a usina B não faz limpeza com água.

A água, depois de decantada, volta para a limpeza da cana-de-açúcar na recepção do processo. A usina A reutiliza a água na limpeza da cana-de-açúcar mais de cinco vezes, e a usina D, no máximo, duas vezes; a usina C não identificou o número de vezes que reutiliza a água. Logo, notou-se que a água é tratada durante todo o tempo do seu uso e reuso, ou seja, durante todo o período de safra ela recebe entre 42 a 54 toneladas de cal virgem para uma usina que processa 7.000 toneladas de cana-de-açúcar por dia (24h de trabalho). Para aumentar a sua oxigenação, é decantada no lago, e reutilizada na limpeza da cana-de-açúcar. Ao final de cada safra, é descartada na lavoura de cana-de-açúcar pelas usinas A e D.

As usinas A e B não possuem limpeza a seco, enquanto as usinas C e D possuem essa opção. Essas respostas estão adequadas com os resultados anteriores, pois se identificou que a usina B não limpa a cana-de-açúcar na recepção, e a usina D limpa a cana-de-açúcar por meio das duas opções, ou seja, limpeza com água e a seco (duas mesas alimentadoras 45°). A usina A respondeu que existe a possibilidade de instalação dos equipamentos para limpeza a seco, e pensa em analisar sua viabilidade econômico financeira, sendo que a usina B não vê a possibilidade dessa aplicação.

#### 4.1 Painel de Causalidade

A partir desses dados relatados anteriormente é possível sintetizar em um painel a causalidade apresentado na Tabela 1 entre as variáveis pesquisadas: água e palha na recepção da cana-de-açúcar.

Recurso	Implicações da revisão bibliográfica	Implicações da pesquisa	Relação causal
	* Aplicações da ME buscam a eliminação de desperdícios.	* Existe o consumo de água na recepção para a limpeza da cana.	* Fazer intervenção no sistema de limpeza da cana, na busca de melhorias, por meio da filosofia da ME e na direção da sustentabilidade do negócio.
	* Resíduos industriais são considerados desperdícios. A água de limpeza ou reuso gera um efluente carregado de cal.	* A eliminação do uso da água no processo de limpeza da cana na recepção ainda não é consenso nas usinas.	* A ME pode trazer contribuição para o racionamento do uso da água criando sinergia impulsionada pela melhoria ambiental.
	* A água de limpeza ou reuso não agrega valor e é considerado desperdício evidente. A integração da Manufatura Enxuta com a Manufatura Verde agrega valor ao produto e reduz desperdícios de resíduos.	* A eliminação do uso da água no processo de limpeza da cana na recepção ainda não é consenso nas usinas.	* O desperdício evidente de água na limpeza da cana deve ser atacado.
Água	* Na limpeza da cana as usinas podem operar por meio de circuito aberto ou fechado.	* Não há indícios de redução do uso de cal utilizado para aumentar o Ph na água de reuso.	* O circuito aberto piora a relação ambiental, sendo o circuito fechado mais adequado nessa relação.
	* A eliminação do uso da água pode minimizar os impactos prejudiciais à natureza.	* A usina reutiliza a água a partir de circuito fechado.	* A água de reuso não pode ser descartada nos mananciais por estar carregada de cal, mas é descartada na lavoura.
	* A sustentabilidade deve ser considerada como a combinação de fatores ambientais, econômicos e sociais.	* Necessidade de análise da viabilidade econômica financeira para novos investimentos.	* A análise financeira pode viabilizar investimentos e assim proporcionar melhorias no processo de recebimento da cana.
	* Ao limpar a cana picada com água perde-se mais sacarose do que com a cana inteira.	* A cana entra no processo produtivo inteira pela colheita manual e picada pela colheitadeira mecanizada.	* A cana picada não deve ser limpa por meio de água para não perder sacarose, mas a cana inteira poderia, visto que a perda é menor.
	* O consumo de água na limpeza da cana é de 2.19 l/ton.	* Durante a safra, em média, se consomem 3.762.710 litros de água.	* Há um consumo alto de água. O ideal é buscar a racionalização ou até a eliminação de seu uso.
	* Se não separada da cana na recepção diminui o rendimento do processo produtivo, pois, cada tonelada de palha que entra na moagem é menos uma tonelada de cana processada.	* A palha, pedra, terra, entre outras impurezas, entram no processo produtivo (moagem).	* A limpeza com água não separa a palha da cana.
Palha	* Se entrar no processo de moagem contribui para danificar os equipamentos, aumentando a manutenção.	* A cana limpa por meio de água, sem terra e pedras, continua com a palha entrando no processo de moagem.	* A palha está acelerando e aumentando o desgaste dos equipamentos e afetando o rendimento do processo produtivo.
	* Existe oportunidade de melhoria de seu uso eficiente como fonte energética.	* É possível separar a palha da cana na recepção e transportá-la até a caldeira por meio de esteiras ou qualquer outro tipo de transportador.	* A palha entrando na moagem "rouba" sacarose da cana.

Tabela 1: Implicações e causalidades.

A partir da Tabela 1, conclui-se que: (i) Se a cana-de-açúcar não for lavada com água na recepção, todas as impurezas entram no processo de moagem, danificam os equipamentos, trazem problemas operacionais na caldeira e prejudicam as etapas de

fermentação. Então é preciso livrar a cana-de-açúcar de impurezas antes do processo de moagem; (ii) As usinas que utilizam a água para a limpeza da cana-de-açúcar coletam-na nos rios e tanques da região e, após o tratamento dessa água, reusa-se na própria limpeza dessa matéria prima. Notou-se que durante a limpeza a água evapora fazendo-se necessário a coleta constante para repor a quantidade evaporada. Em média, evaporam-se 15.358 litros que são captados dos rios ou tanques diariamente. Isso significa 2,194 litros por tonelada de cana-de-açúcar diariamente, para uma usina que processa 7.000 toneladas diárias (24h diárias de trabalho). Sabendo-se que uma safra anual, em média, tem a duração de 245 dias e que, multiplicado esse período por 7.000 toneladas diárias de processamento, resulta em 1.715.000 toneladas produzidas no ano. Isso significa uma evaporação média de 3.762.710 litros de água por safra. Então é preciso reduzir a quantidade de água utilizada, principalmente porque ela é coletada de rios e tanques; (iii) Quando do término da safra, período de entressafra, toda a água que está parada no sistema (processo de limpeza), e o lodo que está no fundo do lago, são descartados na agricultura como adubo orgânico, isso porque não poderia ser direcionado aos rios, por estarem carregados de cal. Entretanto, essa prática pode atingir lençóis freáticos e dessa forma alcançar os rios. Então se for reduzida a quantidade de água no processo de limpeza na recepção da cana-de-açúcar, será reduzido o descarte na agricultura e seus riscos de contaminação dos lençóis freáticos e mananciais; (iv) Como a limpeza com água não separa a palha da cana-de-açúcar. Então é preciso buscar uma alternativa que separe esta palha da cana-de-açúcar na recepção; (v) Como a presença de palha no processo produtivo favorece o desgaste dos equipamentos e baixa o rendimento geral da moenda, além de diminuir a sacarose da cana-de-açúcar. Então é preciso buscar uma alternativa que elimine o máximo possível essa palha entrando no processo de moagem.

Portanto, dessas conclusões causais percebe-se a possibilidade de se aplicar os conceitos e algumas das ferramentas do ME, nos quais se identificam e qualificam os desperdícios, o que está agregando valor, o mapa de fluxo de valor, projetos de melhoria contínua, aspectos do meio ambiente a ser atacado e preservado (*lean green*). Para tanto, é necessária uma análise de viabilidade econômico-financeira dos ajustes, melhorias, implantações, projetos, que envolverão essa temática.

## **5 | APLICAÇÃO DE PRINCÍPIOS E FERRAMENTAS DA ME (LEAN) NA RECEPÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR**

Para a aplicação de princípios e ferramentas da ME (Lean) na recepção da cana-de-açúcar de um modo estruturado e sistematizado, utilizou-se do DMAIC, para orientação das fases apresentadas pela Tabela 2.

Etapa do DMAIC	Revisão teórica	Aplicação
"D" Definir		Considerou-se a importância do pensamento de longo prazo para se basear as decisões em detrimento de metas financeiras. Preocupou-se com a visão de que se constroem pessoas e não apenas produtos orientando a aprendizagem organizacional.
	4P's e 14 Princípios	Estudou-se o fluxo do processo da limpeza da cana para trazer o problema à tona e buscou-se desenvolver a oportunidade de melhoria encontrada.
		A situação foi verificada para compreender o problema por si e a solução foi apresentada na busca da melhoria contínua.
	8 Desperdícios	Atacou-se o problema de desperdício encontrado no processo da recepção da cana eliminando o uso da água. Este foi considerado desperdício evidente sendo completamente eliminado do processo transformando em valor agregado.
	Melhoria Contínua	Aplicou-se <i>Kaizen</i> no recebimento da cana considerando a melhoria da produtividade e a eliminação de desperdícios e resíduos.
"M" Medir	Mapa de fluxo de valor atual	Racionalizou o consumo de água no processo produtivo global
		Reduziu o Tempo de Ciclo (TC) da atividade de limpeza da cana Deu-se melhor aproveitamento a palha não separada na limpeza
"A" Analisar	Mapa de fluxo de valor futuro.	Eliminou-se o consumo do recurso natural (água) na recepção da cana,
		Minimizou-se o <i>Lead time</i> por meio da identificação dos desperdícios encontrados no processo atual, Separou-se a palha da cana, o que permitiu melhorias na produtividade e no desempenho do processo.
"I" Implementar	Equipamentos para Limpeza a seco	Realizou-se o estudo do custo-benefício do novo <i>layout</i> .
"C" Controlar	Controlar para sustentar	Utilizar ciclicamente o DMAIC, para controlar o sistema, de modo a mantê-lo e mensurar os novos ganhos futuros após implementação do novo <i>layout</i>

Tabela 2: Aplicação do DMAIC na recepção da cana-de-açúcar.

Definiram-se os requisitos dos *stakeholders* por meio do desenho dos processos da produção procurando identificar aqueles que têm relação com a qualidade, e que estão gerando resultados ruins, no que se refere às exigências ambientais, rendimento do processo, oportunidades de melhorias no processo, dentre outros. A característica crítica encontrada contribuiu com o objetivo do trabalho, ou seja, aplicar os princípios e algumas ferramentas da ME (*Lean*) para reduzir e/ou eliminar o uso da água no processo de recepção da cana-de-açúcar, bem como prover melhor tratamento à palha.

Do ponto de vista da ME essa redução do uso da água, deve ser considerada, pois não contribui em nada para o valor agregado ao produto. A redução ou eliminação desse recurso também é positiva sob a perspectiva da sustentabilidade do sistema produtivo, pois levam ao aumento do passivo ambiental gerado na usina. E a palha que entra no processo de moagem, por não ter sido separada da cana-de-açúcar na recepção foi, também, considerada desperdício evidente. Como está sendo utilizada, a palha reduz a eficiência de moagem e a produtividade geral do sistema. Tem também o problema de seu tempo de espera de secagem para que possa ser aproveitado na caldeira para geração de energia, o que causa uma ineficiência energética momentânea.

Para analisar o sistema observou-se e comparou-se o fluxo do valor atual e futuro, identificando-se lacunas entre o desempenho atual e o pretendido. A análise constatou que a busca pela solução de racionalizar o uso da água e dar melhor aproveitamento à palha passa a ser fundamental para proteção ambiental e o desenvolvimento sustentável. O MFV futuro está apresentado na Figura 5.

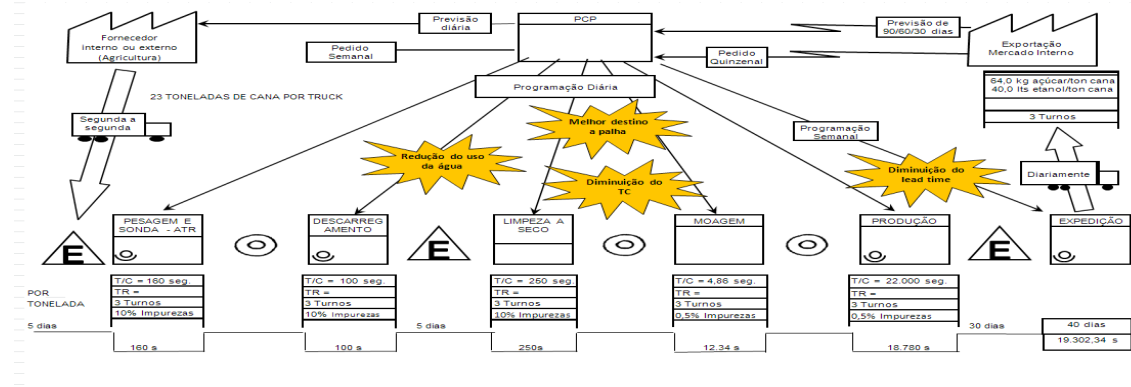


Figura 5: MFV futuro

A cana-de-açúcar, uma vez limpa a seco, reduz as impurezas provenientes do campo de 10% para 0,5%, separando, com eficiência, a palha da cana-de-açúcar que segue fluxo produtivo normal.

Observa-se com a análise comparativa do estado atual e futuro, que é possível reduzir o Tempo de Ciclo (TC) na limpeza da cana-de-açúcar de 626 s para 250 s por tonelada, pelo sistema de limpeza a seco. Essa redução do TC poderá alimentar com maior velocidade as moendas, que tem o TC de 12,34 segundos por tonelada, e resultar em redução do *lead time* do processo produtivo em geral. Nesse caso, o ganho é de 2% (de 19.678 segundos para 19.302 segundos).

Constatou-se que, reduzindo o desperdício industrial por meio da economia de água e eliminando as contaminações ao meio ambiente, por não se ter mais a necessidade de depositar na agricultura os resíduos gerados na limpeza da cana-de-açúcar que estão impregnados de cal, encontra-se a relação estreita da ME com o meio ambiente na busca de um menor impacto ambiental. E a palha, por ser separada da cana-de-açúcar no processo de limpeza, poderá aumentar a produtividade e fomentar ganhos financeiros.

Portanto, a melhor sustentabilidade desses processos pode englobar os princípios da ME e da gestão ambiental. Além disso, essa sinergia promove a busca e o melhoramento contínuo por meio da reflexão junto à maior produtividade, no caso por: (i) *melhorar o lead time do processo produtivo em geral*; (ii) *não se ter mais a palha entrando na etapa de moagem*; (iii) *melhorar a qualidade do açúcar por conter menos impurezas e exigir menos clarificação*; (iv) *pelo fomento e possível promoção de uma cultura de melhoria contínua*.

Para a etapa de implementação encontrou-se um conjunto de equipamentos disponível no mercado de tecnologia canavieira que podem contribuir para a solução dos problemas identificados. Esse conjunto de equipamentos é composto de soprador, esteiras de separação das impurezas e picador. O soprador pode ser instalado após o descarregamento da cana-de-açúcar (embaixo ou acima) das mesas alimentadoras de 45°. As impurezas (palha, terra, pedra, insetos) por gravidade caem nas esteiras de separação e a palha é transportada até o picador. Após ser picada ela é destinada



para queima na caldeira. Assim, executa-se a limpeza a seco e substitui-se o uso da água no sistema tradicional da limpeza da cana-de-açúcar na recepção.

Na sequência, realizou-se o estudo do custo-benefício do projeto para a implementação da melhoria no sistema de recepção da cana-de-açúcar. Consolidaram-se os resultados para uma projeção de quatro anos e apuraram-se os retornos do capital investido com base no Fluxo de Caixa Operacional (FCO). A usina situada na cidade de Jaú/SP informou que os investimentos necessários para a implantação da limpeza a seco (equipamentos e instalação) estão na ordem de 10 milhões de reais e que sua Taxa Mínima de Atratividade (TMA) é de 1,2% ao mês. Sabendo-se que a Demonstração do Resultado do Exercício (DRE) apresenta resultados no final do exercício fiscal (anual), foi necessário transformar a TMA mensal em taxa equivalente composta anual.

A rentabilidade desse investimento equivale a 4,128% ao ano. Se a Taxa interna de retorno (TIR) for maior do que a Taxa mínima de atratividade (TMA), se aceita o investimento. No exemplo a TIR é de 19,517% e a TMA de 15,389%, portanto, TIR maior que a TMA se aceita investir no novo empreendimento. O ganho será de 4,128% a.a., que é a diferença da TIR com a TMA. Isso se comprova quando se observa um Valor presente líquido (VPL) positivo de R\$ 944.450,75.

Logo, a implementação da limpeza a seco é um projeto viável economicamente. Dessa forma, sob a visão da sustentabilidade há um atendimento das suas três perspectivas, a saber: (i) *meio ambiente*: essa implementação da limpeza a seco causa menor dano pela redução do uso da água e pelo incremento de geração de energia limpa pela queima de mais palha (picada e seca); (ii) *econômico*: essa implementação da limpeza a seco demanda um investimento financeiro que, pela análise de viabilidade econômica verificou-se ser viável; (iii) *social*: essa implementação da limpeza a seco gera alguns benefícios à sociedade, dentre eles podem ser destacados: preservação dos mananciais e nascentes, preservação dos lençóis freáticos, menor poluição do ar por queimar palha em detrimento de outras fontes mais poluidoras (por exemplo, diesel em geradores).

Finalmente, para controlar o sistema após a implementação da melhoria, poderiam novamente aplicar o ciclo DMAIC, com o apoio de ferramentas da ME. Então é primordial um programa robusto de treinamento e capacitação nos princípios e ferramentas da ME, dentre outros que possam vir a surgir a partir do estilo gerencial dos gestores e das especificidades das equipes de trabalho envolvidas nessas questões.

## 6 | CONCLUSÃO

As usinas de açúcar e etanol utilizam um montante alto de água em seu processo produtivo. A partir do objetivo traçado de aplicar os princípios e algumas ferramentas da ME (*Lean*) para reduzir e/ou eliminar o uso da água e melhor tratamento da palha (na recepção da cana-de-açúcar), pode-se afirmar que é possível obter melhorias em

relação à produtividade, eficiência energética e benefícios relativos à sustentabilidade (perspectivas do meio ambiente, econômico e social).

A realização de uma revisão bibliográfica cruzada com visitas técnicas a duas usinas e estudo multicasos em quatro usinas, proveu condições de sistematizar, via a estrutura do DMAIC, uma aplicação dos princípios da ME (*lean*) com algumas de suas ferramentas. Essa aplicação apresenta detalhes, passo a passo, propondo a eliminação do uso da água na recepção do processo produtivo (limpeza a seco) e dando melhor aproveitamento à palha (picada e seca) proporcionando meios de gerar/manter vantagem competitiva, lucratividade e sustentabilidade.

Por esse levantamento feito e pela proposta de aplicação ilustrada, as questões relativas à sustentabilidade foram trabalhadas porque há potencial de *ganho ambiental* pela substituição da limpeza tradicional (com água, sem separação da palha) pela limpeza a seco (sem água, com separação da palha); de *ganho econômico*, em razão do VPL positivo; de *ganho social*, pela redução da utilização de captação de rios e mananciais, pelo aumento do uso geração de energia limpa pela queima eficiente da palha separada, trazendo resultados relevantes numa época de escassez de recursos hídricos e combate a todas as formas de poluição.

Este trabalho tratou de temas atuais, no que tange ao consumo de recursos naturais, a partir da aplicação de conhecimento sistematizado e tecnológico, pois muitas organizações encontram-se diante do aumento da pressão dos *stakeholders* para fazer negócios de uma maneira sustentável e, além disso, por uma série de circunstâncias, a sociedade civil, em geral, vem aprofundando o debate sobre essas questões ambientais.

**Suporte financeiro:** Este trabalho foi realizado com o apoio da Educação e Coordenação e Aperfeiçoamento de Pessoal de nível Superior - CAPES - Brasil.

## REFERÊNCIAS

BERGMILLER, G.G.; MCCRIGHT, P.R. Are lean and green programs synergistic? **Industrial Engineering Research Conference**. Disponível em: [http://zworc.com/site/publications\\_assets/AreLeanAndGreenProgramsSynergistic.pdf](http://zworc.com/site/publications_assets/AreLeanAndGreenProgramsSynergistic.pdf), 2009.

BERTHOLEY, F.; BOURNIQUEL, P.; RIVERY, E.; COUDURIER, N.; FOLLEA, G. Work organization improvement methods applied to Blood Transfusion Establishments (BTE): Lean Manufacturing, VSM, 5S. **Transfusion Clinique et Biologique**. Vol 16, N 2, PG 93–100, 2009.

BRUNILDE V.; BERTRAND R.; CAILLAUD E; REMITA, H. Combining organizational performance with sustainable development issues: the Lean and Green project benchmarking repository. **Journal of Cleaner Production** - DOI: 10.1016/j.jclepro.2013.12.023, 2013.

CAPES, Periódicos. Disponível em: <http://periodicos.capes.gov.br.ez100.periodicos.capes.gov.br/index.php>. Acesso em 27/05/2014.

CTC - Centro de tecnologia canavieira. Disponível em: <http://www.ctcanavieira.com.br>. Acesso em:

02/10/2014.

DEDINI. Disponível em: [file:///C:/Documents%20and%20Settings/megoncales/Meus%20documentos/Downloads/slc\\_pt%20\(1\).pdf](file:///C:/Documents%20and%20Settings/megoncales/Meus%20documentos/Downloads/slc_pt%20(1).pdf). Acesso em 02/02/2015.

DÜES, C. M.; TAN, K. H.; LIM, M. Green as the new Lean: how to use Lean practices as a catalyst to greening your supply chain. **Journal of Cleaner Production**, 40, 93 – 100 - DOI: 10.1016/j.jclepro.2011.12.023, 2013.

ELIA NETO, A; SHINTAKU. Usos e reusos de água e geração de efluentes. Manual de Conservação e reuso de água na Agroindústria Sucroenergética. Agência Nacional de Águas; Federação das Indústrias do estado de São Paulo; **União da Indústria da cana-de-açúcar; Centro de Tecnologia Canavieira**. Cap. 5, p. 69 – 176. Brasília, 2009.

EMBRAPA. Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-açúcar/arvore/CONTAG01\\_102\\_22122006154841.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-açúcar/arvore/CONTAG01_102_22122006154841.html). Acesso em 25/11/2014.

*Jotform*. Software de pesquisa. Disponível em <http://www.jotform.com/myforms>. Acesso em 07/06/2014.

KASAHARA, E. S.; CARVALHO, M. M; “Análise dos Modelos TQM e Seis Sigma: estudo de múltiplos casos”. **Anais: In XXIII ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Ouro Preto. Porto Alegre: V. 1, p. 1-8. UFRGS, 2003

MANO, Y., AKOTEN, J., YOSHINO, Y., SONOBE, T. Teaching KAIZEN to small business owners: An experiment in a metalworking cluster in Nairobi. **Journal of the Japanese and International Economies**. Volume 33, páginas 25-42, setembro 2014.

MIGUEL, P. A. C., Estudo de caso na engenharia de produção: Estruturação e recomendações para sua condução. **Produção**, v. 17, n. 1, p. 216-229, Jan./Abr, 2007.

OMENA, S. P. F.; CALLADO, N. H.; PEDROSA, V. A.; PIMENTEL, I. M. C.; MENEZES, A. C.; TORQUATO JR, H.; LOPES, J.C.; SILVA, J.B. Melhoria da qualidade ambiental, por meio da recirculação de água de limpeza da cana-de-açúcar na indústria sucro-alcooleira. VII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste 30 de novembro a 3 de dezembro de 2004.

PAQUES. Disponível em: <http://br.paques.nl/aplicaces/other/reutilizacao-da-agua>. Acesso em 04/11/2014.

PAYNE J. H., **Operações unitárias na produção de açúcar de cana-de-açúcar. Honolulu, Havaí. Empresa de consultoria e projetos para fábricas de açúcar**. Nobel/STAB, 1990.

PIACENTE F. J. Agroindústria canavieira e o sistema de gestão ambiental: o caso das usinas localizadas nas bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. Instituto de Economia. Programa de pós-graduação em desenvolvimento econômico. Dissertação de mestrado, 2005.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda**. The Lean Enterprise Institute, Inc. One Cambridge Center, Cambridge, Ma 02142 USA, 102 pgs, 2003.

SBA – **13º Seminário Brasileiro Agroindustrial; STAB – Açúcar, Álcool e Subprodutos; CTC – Centro de Tecnologia Canavieira, Ribeirão Preto, out 2012**. Suleiman Hassuani, Disponível em: [http://www.stab.org.br/13\\_sba\\_palestras/06\\_STAB\\_2012\\_Suleiman.pdf](http://www.stab.org.br/13_sba_palestras/06_STAB_2012_Suleiman.pdf). Acesso em 30/12/2014.

SINDIQUÍMICOS. Disponível em: <http://sindiquimicos.com.br/2012/portal/index.php/noticias/115-mediacao-mpv-647-2014>, acesso em: 27/01/2015.

STAB – Açúcar, Álcool e Subprodutos. Disponível em: [http://www.stab.org.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=32&Itemid=44](http://www.stab.org.br/index.php?option=com_content&view=article&id=32&Itemid=44). Acesso em: 02/10/2014

STUPIELLO, J. P. Conversando com a cana-de-açúcar. **Stab açúcar, álcool e subprodutos**, vol 32. Nº 3, 2014.

UDOP. Disponível em: <http://www.udop.com.br/index.php?item=noticias&cod=29960>. Acesso em 07/11/2014.

VERRIER, B.; ROSE, B.; CAILLAUD, E.; REMITA, H. Combining organizational performance with sustainable development issues: the Lean and Green project benchmarking repository. **Journal of Cleaner Production**. DOI:10.1016/j.jclepro.2013.12.023, Volume 85, Pages 83–93, 15. December 2014.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **Lean Thinking: Banish Waste and Creat the Wealth in Your Corporation**. New York: Simon and Schuster, p.165-208, 1998

## APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM EDIFICAÇÃO MULTIFAMILIAR NA CIDADE DE CARAZINHO (RS)

### **Berenice de Oliveira Bona**

Universidade Luterana do Brasil – ULBRA  
Campus: Carazinho– RS

### **Daiane Gonçalves**

Universidade Luterana do Brasil – ULBRA  
Campus: Carazinho– RS

### **Jessica Citron Muneroli**

Universidade Luterana do Brasil – ULBRA  
Campus: Carazinho– RS

### **Jessica Zanata**

Universidade Luterana do Brasil – ULBRA  
Campus: Carazinho– RS

### **Nilson da Luz Freire**

Universidade Luterana do Brasil – ULBRA  
Campus: Carazinho– RS

**RESUMO:** A água para o consumo está se tornando cada vez mais restrita, havendo uma crescente preocupação com o seu uso não planejado que podem acarretar desperdícios e uma possível insuficiência. Com isso, faz-se importante pesquisar sobre a captação de água de chuvas, seu aproveitamento e seu reuso. Esta pesquisa trata do aproveitamento da água de chuva e estuda o seu potencial de utilização em uma edificação com vistas ao seu aproveitamento para fins de uso em vasos sanitários, torneiras de jardins, lava-jatos para lavagem de calçadas e automóveis. O sistema foi instalado num prédio residencial multifamiliar

situado na cidade de Carazinho RS e é composto por telhado metálico, calha em chapa de alumínio, filtro de eliminação de resíduos, reservatório de armazenamento e bomba recalque para a elevação ao reservatório final. Através do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) foi registrado a média anual das precipitações da cidade de Carazinho sendo possível estimar quantificações de demanda de água da chuva e o dimensionamento de reservas. O modelo de dimensionamento deve resultar no menor volume de reservação, sem perda na eficiência e qualidade do sistema. A amortização do investimento na edificação ocorre de forma lenta, num período de 7 a 10 anos, sobretudo devido ao baixo custo da água potável. Estima-se ser necessário 0,6 kWh de energia elétrica para produzir 1m<sup>3</sup> de água potável sendo indispensável a eficiência hidráulica e energética para o bom gerenciamento dos sistemas de abastecimento de água.

**PALAVRAS-CHAVE:** Água da chuva. Reuso da água. Sustentabilidade na edificação.

**ABSTRACT:** The water for consumption is becoming more and more restricted, and there is a growing concern with it's not planned use that can lead to waste and a possible failure. With this, it's important to research about the abstraction of water from rainfall, it's use and it's

reuse. This research deals with the use of rain water, and studying their potential to use in a building with a view to their exploitation for the purposes of use in toilets, faucets, gardens, car washes for washing of sidewalks and cars. The system was installed in a residential building with multifamily located in the city of Carazinho RS and is composed of the metallic roof, gutter in aluminum plate, filter, waste disposal, storage tank and pump to discharge to the elevation at the reservoir end. Through the National Institute of Meteorology (INMET) was recorded the average annual precipitation in the city of Carazinho being possible to estimate quantifications demand of water from the rain and the sizing of reserves. The sizing model should result in the smallest volume of reservations, without loss in the efficiency and quality of the system. The amortization of the investment in the building occurs slowly, over a period of 7 to 10 years, mainly due to the low cost of drinking water. It is estimated to be necessary to 0,6 kWh of electricity to produce 1m<sup>3</sup> of potable water being indispensable to the efficiency of the hydraulic and energy for the good management of the water supply systems.

**KEYWORDS:** rain Water. Reuse of the water. Sustainability in building

## 1 | INTRODUÇÃO

O crescimento populacional associado aos padrões de consumo imposto pela oferta de novos produtos, resultantes do desenvolvimento tecnológico e das condições climáticas com falta de chuvas e altas temperaturas vem resultando nas últimas décadas, num excessivo aumento da utilização de água, gerando a escassez de água potável. O consumo excessivo sugere a procura de alternativas para redução dos gastos e a urgência de criar alternativas de sua reutilização. Dentre estas alternativas se destaca o aproveitamento da água da chuva, por se tratar de uma das soluções mais simples e baratas para preservar a água potável, trazendo ainda como benefício à redução do escoamento superficial, minimizando os problemas com enxurradas e inundações.

A água é um dos recursos natural fundamental para a sobrevivência dos seres humanos, sendo este estudo importante, pois o que se acreditava ser um recurso natural inesgotável está se exaurindo. Os benefícios da coleta de água de chuvas, aproveitamento e reuso são diversas, tais como lavagem de automóveis, calçadas e descargas para o uso doméstico, resultando em uma excelente possibilidade.

Alguns dos benefícios da captação de água de chuvas das quais podemos destacar:

- A água fica disponível onde é necessária; água relativamente limpa;
- É possível a utilização das estruturas já existentes (telhados, lajes, entre outros), para a coleta, com um impacto econômico e ambiental baixo, pois a utilização de materiais é o mais simples possível;
- Qualidade aceitável para muitos objetivos (com pouco ou mesmo sem tratamento);



- Ajuda a diminuir a demanda de água tratada;
- Reserva de água para situações de emergência ou interrupção do abastecimento público;
- Redução da carga de drenagem e enchentes e dos problemas causados pelos alagamentos;
- Operação e gerenciamento do sistema são feitos pelo usuário.

Este artigo apresenta uma revisão bibliográfica sobre aproveitamento de água de chuva expondo algumas relações entre recursos energéticos e hídricos e aplica em um estudo de caso.

## 2 | OBJETIVO GERAL

O objetivo desta pesquisa é estudar o aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis em edificações.

### 2.1 Objetivos específicos

- Aplicar o aproveitamento da água da chuva em um estudo de caso dimensionando os componentes necessários;
- Estabelecer um sistema de aproveitamento e utilização de água de chuva em uma edificação multifamiliar para uso em vaso sanitário, torneiras de jardins, lavagem de calçadas e automóveis;
- Avaliar o consumo de água potável da edificação multifamiliar, visando à conservação de energia e a economia;
- Conhecer as relações entre água e energia.

## 3 | REVISÃO DA LITERATURA

O aproveitamento e reuso é citado como uma das soluções para o problema de escassez da água, por se tratar de uma das soluções mais simples e baratas para a preservação da água potável.

Atualmente vários países enfrentam o problema da escassez da água, em decorrência do desenvolvimento desordenado das cidades, da poluição dos recursos hídricos, do crescimento populacional e industrial, que geram um aumento na demanda pela água, provocando o esgotamento desse recurso.

Um aspecto importante a cerca dos recursos hídricos é a desigualdade com que o mesmo se distribui nas regiões do mundo e até mesmo no Brasil. Segundo dados do Ministério do Meio Ambiente (CONSUMO SUSTENTÁVEL: Manual de educação, 2002), o Brasil detém cerca de 13,7% de toda a água superficial da Terra, sendo que desse total, 70% está localizado na região amazônica e apenas 30% está distribuído pelo resto do país.

Além das residências, outros segmentos da sociedade também começam a olhar com interesse para o aproveitamento da água da chuva. Um exemplo são os lava-jatos abastecidos com a água da chuva visando tanto o retorno da economia de água potável (KOENIG, 2003).

### 3.1 Captação e manejo da água de chuva

A quantidade de chuva disponível é o fator decisivo do potencial de captação. O índice anual de chuva do local onde se deseja instalar o sistema é uma informação fundamental.

Nesta pesquisa vamos usar os dados referentes a cidade de Carazinho local da edificação onde será implantado o sistema de captação. Carazinho é um município brasileiro do estado do Rio Grande do Sul. Localiza-se na latitude 28°17'02" sul e longitude 52°47'11" oeste, altitude de 603 metros acima do nível do mar. De acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) em Carazinho chove em média por ano 1668 mm/m<sup>2</sup>, que equivalem a 1.668 litros ou 1,668 m<sup>3</sup> por metro por ano.

A Figura 1, a seguir mostra o comportamento da chuva em Carazinho, os dados foram obtidos do Instituto Rio Grandense do arroz (IRGA), e apresenta as médias das precipitações calculados a partir de uma série de dados de 30 anos e observados de 1960 -1990- (Dados interpolados).

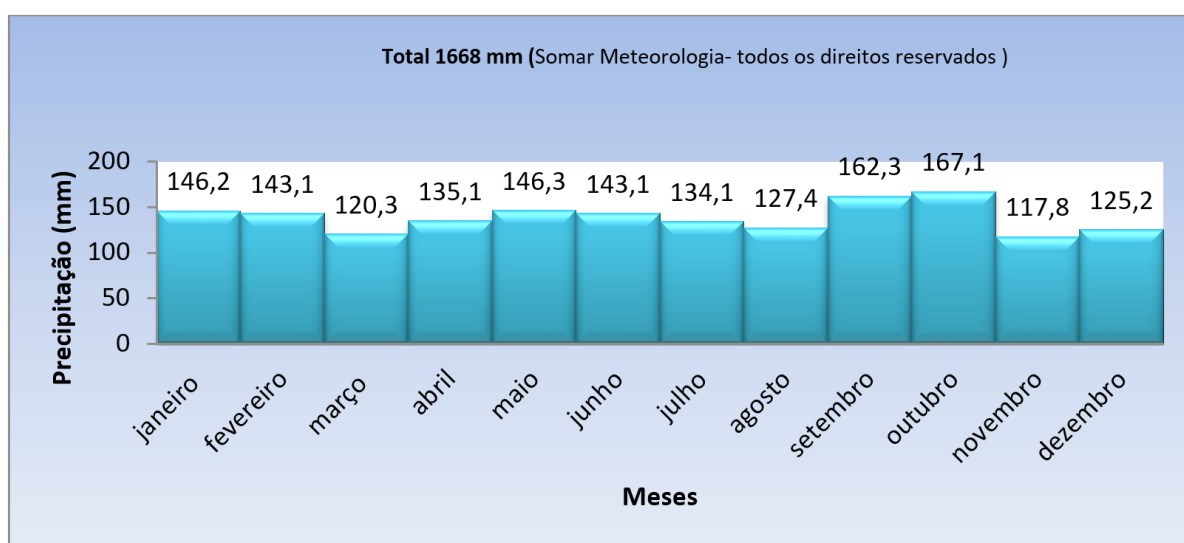


Figura 1- Precipitações médias de Carazinho- período 1960 a 1990

Fonte: <http://www.irga.rs.gov.br/conteudo/766/médias-climatológicas>

O potencial máximo aproximado de captação deste sistema depende do índice pluviométrico de Carazinho (1668 mm/m<sup>2</sup>) x a área de captação 250m<sup>2</sup> (área de captação). O material de que é feito a superfície de captação (material de que é feito o telhado), a porosidade, a inclinação e mesmo o estado de conservação afetam a eficiência da drenagem do telhado.

Para Silva (2010), a água para ter boa qualidade deve estar sem cheiro e sem cor sendo chamada como *Água de Reuso Classe 1*. As águas tratadas desta classe,

nos edifícios, são usadas basicamente em: descarga de bacias sanitárias, lavagem de pisos e fins ornamentais (chafarizes, espelhos de água etc.); lavagem de roupas e de veículos.

### 3.2 A relação entre água e energia

O setor de energia é um dos maiores usuários de recursos hídricos no mundo. Para Moura (2010) a utilização dos recursos hídricos pelo setor energético tende a aumentar devido ao aumento na produção de bioenergia, pois a produção e processamento de biomassa para fins energéticos (por exemplo, queima para geração de eletricidade e produção de biocombustíveis como o etanol) demandam volumes significativos de água. Por outro lado, a água represada em barragens de usinas hidroelétricas atua como “combustível” que move as turbinas gerando eletricidade.

Segundo Moura (2010) a “pegada hídrica” da biomassa é maior que das demais fontes primárias, o que ocorre devido ao consumo intensivo de água para o crescimento das culturas energéticas. A produção de eletricidade em usinas hidroelétricas também possui uma “pegada hídrica” elevada, mas é importante destacar que, diferentemente das demais fontes, a água retorna aos rios após passar pelas turbinas.

Os recursos hídricos e energéticos estão fortemente relacionados. A água é um importante insumo nas diferentes cadeias produtivas dos sistemas energéticos que tornam disponível o consumo de recursos energéticos e a energia é um importante insumo para o abastecimento de água confiável, de qualidade e eficiente.

Portanto, é importante o desenvolvimento de programas e projetos que integrem o planejamento e gestão dos recursos hídricos e energéticos.

O custo para produzir um metro cúbico ( $1\text{m}^3$ ) de água potável tem grande oscilação, pois depende das características de cada sistema de abastecimento de água, por exemplo: topografia da região, sistema de captação e distribuição (gravidade ou bombeamento), rede de distribuição, entre outras variáveis.

As perdas de água têm relação direta com o consumo de energia, pois é necessário cerca de 0,6 kWh para produzir  $1\text{m}^3$  de água potável. Isso mostra que eficiência hidráulica e a eficiência energética são fundamentais para o bom gerenciamento dos sistemas de abastecimento de água.

## 4 | METODOLOGIA

Nesta pesquisa, a partir de dados da revisão bibliográfica e de levantamentos de campo foram avaliados modelos de dimensionamento de reservatório de armazenamento em relação ao volume de preservação de água de chuva, visando otimizar a relação entre a disponibilidade da água da chuva e a demanda da mesma na edificação.

Foi realizado um levantamento do custo do sistema e da economia gerada pelo

mesmo, considerando valores de mercado e tarifas de água reais fornecidas pela Companhia Rio-grandense de Saneamento (CORSAN), de forma a compará-los e medindo a amortização do investimento no tempo. É apresentada a edificação do estudo de caso e realizadas algumas definições referentes ao sistema a ser simulado para mesma.

#### 4.1 Apresentação da edificação multifamiliar

**Localização:** a edificação alvo deste trabalho experimental é um conjunto residencial multifamiliar em processo de construção, situado em Carazinho, RS.

**Tipo de telhado:** o telhado da edificação é de bobinas de aço zincado ou Cincalum. O revestimento em Cincalum é uma liga de alumínio (55%) + zinco (43%) + Silício(1,6%) que proporciona resistência a corrosão atmosférica, alto nível de reflexão e conforto térmico.

**Áreas de captação:** a área de captação de água de chuva do telhado é de 250 m<sup>2</sup>.

**Calhas Pluviais:** as calhas e condutores do sistema instalado estão de acordo com a NBR 10.844/89, da ABNT, que trata de instalações prediais de águas pluviais. Nas instalações existentes toda água captada da chuva no telhado é encaminhada o sistema de filtragem. Tubos de queda verticais e horizontais e complementos: os canais de transporte da água do telhado são seis canos de PVC de 100 mm verticais que escoam até o sistema de filtragem.

**Tratamento:** para o tratamento será usado o filtro de água da chuva Fibratec D1 370 mm. Esse tipo de filtro é produzido de acordo com a orientação da norma técnica NBR 15527/07, e tem a finalidade de separar a água da chuva de impurezas acumuladas no telhado ou calha como galhos, folhas, insetos, entre outros.

A água de chuva reservada deve ser protegida contra a incidência direta da luz solar e do calor, bem como de animais que possam adentrar o reservatório através da tubulação de extravasão. As tubulações são diferenciadas e independentes das tubulações de água potável, não permitindo a conexão cruzada de acordo com ABNT NBR 5626. Pontos de consumo devem ser de uso restrito e identificados e os reservatórios de água de distribuição de água potável e de água de chuva devem ser separados.

Na edificação foram usados dois reservatórios de fibra (certificadas pela ABNT na NBR 13.210 e 14.799), um de 2 000 litros na parte superior da edificação e um de 10 000 litros na parte inferior (subsolo). Usa-se é a bomba submersa Bluma 5.0 que possibilita alcançar grandes elevações com baixa potência proporcionando um excelente custo x benefício.

#### 4.2 Dimensionamento

O dimensionamento de sistemas de captação de água da chuva depende de

diferentes fatores, tais como o tamanho do reservatório, padrões de chuva locais e da demanda de água.

#### *4.2.1 Definição das demandas*

A edificação apresenta seis apartamentos de um dormitório, dois apartamento de dois dormitórios e uma sala comercial, perfazendo um total de onze banheiros, nas quais teremos onze caixas de descargas de vasos sanitários que serão abastecidas com água de chuva. Em nossos cálculos vamos considerar como prioridade o abastecimento das caixas de descargas, se houver excedente de água de chuva será usada para outras finalidades.

#### *4.2.2 Estimativa da população de edificação*

A edificação deverá contar com uma população de aproximadamente vinte e cinco pessoas, assim distribuídas por:

- Número de dormitório da edificação:  $10 \times 2 = 20$  pessoas;
- Loja comercial:  $30 \text{ m}^2 / 6\text{m}^2 = 5$  pessoas;
- Total de pessoas da edificação= 25 pessoas.

#### *4.2.3 Estimativa de gastos com água potável*

De acordo com a tabela AF01 da *NBR 5626* (1998), a estimativa de consumo médio predial diário para uma pessoa é 150 litros de água por dia e para lojas comerciais e escritórios considera-se 50 litros/dia por pessoa.

De acordo com está tabela a previsão de gasto diário com água potável da edificação ficará em torno de:

- Vinte pessoas (apartamentos) x 150 litros = 3000 litros diários;
- Cinco pessoas (loja comercial) x 50 litros = 250 litros diários;
- Estimativa total diária gasto com água potável na edificação para 25 pessoas = 3250 litros/dia; 97500 litros/mês;  $1\ 186\ 250$  litros/ano= 1186,25 m<sup>3</sup>/anuais.

A Norma *NBR 5626* define o tamanho certo dos reservatórios Inferior e Superior. A função da caixa d'água é ser um reservatório para dois dias de consumo (por precaução para eventuais faltas de abastecimento público de água), sendo que o reservatório inferior deve ser 3/5 e o superior 2/5 do total de consumo para esse período. No caso de prédios, ainda deve ser acrescentar de 15 a 20% desse total para reserva de incêndio.

#### 4.2.4 Válvula de descarga dos sanitários

Na edificação serão utilizadas caixas acopladas com sistema inteligente que possuem botões de acionamento a hidra duo (descarga com duplo acionamento). Este tipo de caixa possui dois botões que regulam a quantidade de água. O botão menor é de descarga reduzida e de limpeza rápida utilizando três litros, a de botão maior é de descarga completa e utiliza seis litros, gerando assim uma economia de água na edificação.

#### 4.2.5 Média de descargas diárias por pessoa e estimativa de consumo de água nos vasos sanitários

Segundo a literatura a média de descargas diária por pessoa é de cinco descargas. Desta forma o consumo estimado da edificação será em torno de:

- a. Média de descargas por pessoa/dia: 4 vezes ao dia x 6 litros (volume da descarga) = 30 litros/dia/pessoa;
- b. Média de descargas por pessoa/mês: 30 litros /dia/pessoa X 30 dias = 900 litros/mês/pessoa = 0.9 m<sup>3</sup> mensal por pessoa;
- c. Consumo diário em descargas sanitárias da edificação: 25 pessoas x 5 vezes ao dia x 6 litros = 750 litros /dia = 0,75 m<sup>3</sup> por dia;
- d. Consumo mensal em descargas sanitárias da edificação: 750 litros por dia X 30 dias = 22 500 litros por mês = 22,5 m<sup>3</sup> por mês;
- e. Consumo anual em descargas sanitárias da edificação: 750 litros por dia X 365 dias = 273 750 litros por ano = 273,75 m<sup>3</sup> anuais.

De acordo com nossas estimativas de cálculos teremos uma economia aproximada de 23,1% de água potável anual na edificação que será substituída por água de chuva nas descargas.

#### 4.2.6 Dimensionamento dos reservatórios

Dependendo do local ou da finalidade da edificação, a capacidade de preservação de água potável da rede pode variar de acordo com as necessidades do cliente, no caso de apartamentos o consumo médio considerado pela *NBR 5626* é de 150 litros/dia por pessoa. O sistema seja abastecido pela rede pública durante as estiagens.

Neste projeto vamos dimensionar o reservatório para reservar a água de chuva considerando: o índice pluviométrico da cidade de Carazinho de acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) é em média por ano 1668 mm/m<sup>2</sup>. A menor média mensal constante e séries históricas de precipitações equivalem aproximadamente a 69,7 mm/m<sup>2</sup> mensais (IRGA, 2014) e ainda devemos considerar que esses índices são



variáveis ao longo do ano no Estado, podendo se ter um excedente de água de chuva armazenada que poderá ser destinada para outros usos, como lavagem de garagens e calçadas, entre outros.

O produto da menor média mensal de chuva e a área de captação nos fornece o volume do reservatório. Neste estudo de caso teremos:  $69,7 \text{ mm/m}^2 \text{ mensais} \times 250 \text{ m}^2 = 17\,425 \text{ mm/m}^2$ .

Já o volume de água aproveitável (fator de captação= $V_a$ ) conforme ABNT NBR 15527 de 2007, pode ser obtido pelo Método prático inglês apresentado na Figura 2.

$$V = 0,05 \times P \times A$$

Onde:

- $P$  é a precipitação média anual, em milímetros;
- $A$  é a área de coleta, em metros quadrados;
- $V$  é o volume de água aproveitável e o volume de água do reservatório, em litros.

Figura 2 – Método prático inglês

Fonte: Os autores

De acordo com a Figura 2 o volume de água aproveitável (fator de captação= $V_a$ ) de água de chuva será de:  $V = 0,05 \times 1668 \text{ mm/m}^2 \times 250 \text{ m}^2 = 20850$  litros por mês.

O consumo mensal em descargas sanitárias da edificação é de 22500 litros por mês, usaremos uma caixa de 10 000 mil litros no subsolo e uma de 2000 mil na parte superior da edificação. Os reservatórios usados foram os de fibra de vidro, pois possuem um custo menor, sendo economicamente mais viável, pois é padrão e está disponível em qualquer loja de material de construção.

As duas caixas (10000 litros (enterrada no solo) e 2000 litros (elevado)) = totalizam 12000 litros que será suficiente para atender a demanda dos vasos sanitários por 16 dias sem chuva, atendendo em 100% da demanda não potável. O sistema implantado neste projeto atua de forma complementar ao sistema convencional da rede da CORSAN cobrindo de forma parcial ou total a demanda, no caso de ter-se mais de 16 dias sem chuva será acionada a ligação da água potável CORSAN para atender a demanda. O excedente de água de chuva será usado irrigação de jardim, lavagem de automóveis, entre outros.

#### *4.2.7 Custo total do sistema implantado*

A Tabela 1 informa os valores dos custos da implantação do sistema.

Datas	Atividade realizada	Custo aproximado (R\$)
Ano 2014	- Colocação de calhas e canos condutores. - Reservatórios de PVC 2000 litros no topo da edificação.	2.300,00
Ano 2015	- Colocação de caixa PVC -10000 litros de reservatórios da água da chuva no subsolo. - Colocação de bomba submersa Bluma 5.0. - Filtro o filtro de água da chuva Fibratec D1 370 mm. - Mão de obra. - Outras despesas.	8.900,00
<b>TOTAL INVESTIDO</b>		<b>11.200,00</b>

Tabela 1 – Custo do sistema implantado

Fonte: Os autores

#### 4.2.8 Custo da água potável da CORSAN

As tarifas da CORSAN são estabelecidas segundo as categorias das economias abastecidas. Na edificação é cobrada a tarifa – IV. Industrial “I”/30m<sup>3</sup>, com o valor de R\$ 68,96 do serviço básico, mais o valor de R\$ 5,28 para o consumo de 1m<sup>3</sup> de água, totalizando o valor de R\$ 74,24 em novembro/2014.

A previsão de consumo da edificação quando a mesma estiver sendo habitada será em torno de 97 500 litros/mês, ou seja, 97,5 m<sup>3</sup> mensais ou 3250 litros/dia.

O custo mensal de água potável edificação deverá ser em torno de: taxa de serviço básico = R\$ 68,96 + valor do consumo = 97,5 m<sup>3</sup> x 5,28 = R\$ 514,80. Total = R\$ 583,76 mensais.

#### 4.3 Análise dos benefícios, custo e economia gerada

O custo total do projeto com a implantação do reservatório, filtro e suas conexões para o sistema de aproveitamento de água da chuva, ficou estimado em torno de R\$ 11.200,00. Na Tabela 2, apresentam-se os resultados da economia gerada com a implantação do sistema.

	Água Potável da CORSAN	Água de chuva usada em descargas sanitária.	Economia mensal obtida com descargas (%)
<b>Consumo mensal</b>	3250 litros/dia = 97500 litros/mês	750 litros/dia = 22500 litros/mês	23,1%
<b>Preço mensal</b>	R\$ 583,76 mensais	R\$ 134,71 ao mês =1616,52 anuais	

Tabela 2 – Custo e economia gerada

Fonte: Os autores

### 4.3.1 Tempo de retorno do investimento ou payback

É o número de períodos de tempo necessário para se recuperar o capital investido. Análise é feita dividindo-se o custo de implantação do empreendimento pela receita, ou custo evitado ou pelo benefício auferido, (A), conforme mostra abaixo a Figura 3:

$$PBS = \frac{I}{A}$$

Figura 3 – Fórmula payback

Fonte: Os autores

Aplicando a Figura 3 para este estudo de caso obtemos um tempo de retorno do investimento aproximado de seis anos e nove meses.

### 4.3.2 Relação custo-benefício (RCB)

A RCB é uma análise que embute o conceito da TIR e é muito comum seu emprego em empreendimentos energéticos que a consideram como viável se o projeto apresentar valores menores que 0,8. Se  $i$  é considerada a taxa interna de retorno, TIR é demonstrado como mostra abaixo a Figura 4:

$$TIR = \frac{A}{I}$$

Figura 4 – Fórmula TIR

Fonte: Os autores

Aplicando a Figura 4 para este estudo de caso obtemos uma relação custo-benefício de R\$ 0,144 e o projeto é viável.

## 5 | 5.SINOPSE DOS RESULTADOS

A Tabela 4 apresenta uma sinopse dos resultados deste estudo de caso.

APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	
Estimativa da População de Edificação	25 pessoas.
Previsão de gasto diário com água potável	3250 litros/dia ou 97 500 litros/mês.
Demanda de água de chuva (somente vasos sanitários)	750 litros/dia ou 22500 litros/mês
Volume do reservatório = Ind.Pluv. x área de capt.	17 450 litros/mês

Tamanho dos reservatórios utilizados (inferior e superior)	Inferior a 10 000 litros e superior a 2000 litros.
Volume de água aproveitável (fator de captação = Va) de água de chuva	27 880 litros por mês.
Custo total do projeto	R\$ 11 200,00.
O custo mensal com água potável da edificação	R\$ 583,76 mensais
Economia gerada pelo de água de chuva (vaso sanitário)	23,1% ou R\$ 134,71 mensais; 1616,52 anuais.
Tempo de retorno do capital investido (PBS)	Aproximadamente 6 anos e 11 meses.
Relação custo benefício (RCB)	0,144 (Projeto Viável).

Tabela 4- Resultados apresentados na edificação

Fonte: Os autores

## 6 | CONCLUSÕES E DISCUSSÕES FINAIS

Observou-se que o sistema desenvolvido é viável tecnicamente. Na avaliação da economia de água na edificação multifamiliar verificou-se, que toda água potável destinada as descargas sanitárias podem ser atendida por água de chuva. A demanda de água potável poderá ser reduzida em aproximadamente 23,1 % em função da utilização do aproveitamento de água de chuva, isto significa que com o uso usando da água pluvial pode-se chegar a uma economia de 273.750 litros de água potável por ano.

Em termos financeiros, a economia média mensal obtida no estudo foi de R\$ 134,71, o que representa 23,1 % de economia na conta de água e tarifa básica. Considerando o custo investido no sistema, pode-se estimar que o sistema se pague em aproximadamente 83 meses ou seja, 6 anos e 11 meses.

Portanto, os resultados das estratégias de uso racional da água adotadas na Edificação Multifamiliar indicam a viabilidade e importância da utilização da água de chuva, água de reuso e componentes economizadores de água em residências, servindo assim como modelo de conservação da água e sustentabilidade para o setor habitacional.

O estudo dos benefícios diretos, nesta pesquisa examinados sob o viés econômico, demonstrou, que a grande disponibilidade de água potável em Carazinho. Tal facilidade de acesso à água também gera situações cotidianas de desperdício, facilmente observadas nos usos e costumes da população, como por exemplo, lavagem de calçadas e carros, rega de jardins e descuidos com fugas de água na rede.

Portanto, os resultados das estratégias adotadas na edificação poderão servir como um modelo de sustentabilidade para o setor habitacional.

Os recursos hídricos e energéticos estão fortemente relacionados. Neste sentido, este estudo permitiu compreender a relevância da água como importante insumo nas diferentes cadeias produtivas dos sistemas energéticos e, por outro, o peso do insumo energia para o abastecimento de água confiável, de qualidade e eficiente.

Finalizando, é importante neste contexto, sugerir estudos futuro sobre metodologias que quantifiquem a demanda de água, atual e futura, para o suprimento energético do país. Isto permite conhecer os limites impostos pela disponibilidade de recursos hídricos do Brasil.

## REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12213. **Projeto de captação de água de superfície para abastecimento público**. Rio de Janeiro, 1992.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15527 – **Água de chuva** – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis: requisitos. Rio de Janeiro, 2007.

ACQUASAVE. **Aproveite a água da chuva**. Disponível em: <<http://www.acquasave.com.br>> Acesso em: 16 out. 2014.

DORNELLES, F. **Aproveitamento de Água de Chuva no Meio Urbano e seu Efeito na Drenagem Pluvial**. 2012. 224 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) , Universidade Federal do Rio Grande do Sul . Porto Alegre, 2012. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/55968>> Acesso em: 19 out. 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>> Acesso em: 13 nov. 2014.

INSTITUTO RIOGRANDENSE DO ARROZ. Disponível em: <<http://www.irga.rs.gov.br/busca=carazinho>> Acesso em: 12 nov. 2014.

LAMBERTS, R.[et.al.]. **Casa eficiente: uso racional da água**. Florianópolis: UFSC/LabEEE; 2010. v. 3 (72 p.) : il. ; graf. ; tabs.

MANO, R.S. **Captação Residencial de Água da Chuva para fins não potáveis em Porto Alegre: aspectos básicos da viabilidade e benefícios do sistema**. 2004. 177f. Dissertação (Mestrado) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de pós-graduação em Engenharia Civil. Porto Alegre, 2004.

MOURA, G. N. P. **A Relação Entre Água e Energia: Gestão Energética nos Sistemas de Abastecimento de Água das Companhias de Saneamento Básico do Brasil**. Rio de Janeiro: UFRJ/ COPPE, 2010.

SABESP, Norma Técnica NTS 181. **Dimensionamento do ramal predial de água, cavalete e hidrômetro** – Primeira ligação. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/>> Acesso em: 07 nov. 2014.

SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL (org.). **Abastecimento de água: gerenciamento de perdas de água e energia elétrica em sistemas de abastecimento: guia do profissional em treinamento: nível 2** – Salvador: ReCESA, 2008. 139p.

TECNOLOGIA PARA O APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA. Disponível em: <<http://aquastock.com.br/qualidade.php>> Acesso em: 12 jun. 2014.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia Ciência e Aplicação**, 2ª edição, ABRH, 2000.

## APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS: ESTUDO COMPARATIVO CONVENCIONAL X CALHA PET

**Débora de Souza Gusmão**

Universidade do Estado do Amazonas  
Manaus – Amazonas

**Valdete dos Santos de Araújo**

Universidade do Estado do Amazonas  
Manaus – Amazonas

**RESUMO:** Apesar do Brasil está localizado em uma das maiores bacias hídricas do mundo muitas regiões vêm enfrentando o cenário de falta d'água. Devido ao cenário atual de falta de acesso à água e degradação deste recurso existe a necessidade de alternativas que possam preservar este recurso hídrico. Uma alternativa sustentável é o aproveitamento da água da chuva, uma vez que está água é de fácil acesso e com qualidade considerada para uso. Sendo assim este trabalho irá apresentar um sistema de aproveitamento da água da chuva, será feito a instalação do sistema no laboratório de cultura vegetal localizado na Universidade do Estado do Amazonas, tendo como objetivo geral estudar um sistema de captação utilizando garrafa pet como calhas coletoras para aproveitamento de água da chuva do laboratório de cultura de tecido vegetal. Dentre os objetivos específicos deste trabalho destaca-se, realizar a compararação entre dois sistemas coletores para aproveitamento da água da chuva, um convencional de PVC com outro

de material reciclado, garrafa PET, com isto será feito o estudo comparativo entre os dois sistemas coletores e sua viabilidade segundo a NBR 15527 (ABNT, 2007). Algumas etapas serão seguidas para conseguir atingir alguns objetivos específicos, dentre elas pode-se citar, análise do índice pluviométrico da área de estudo, levantamento dos materiais necessários e construção dos sistemas coletores. Portanto espera-se que o sistema coletor de garrafa PET seja uma alternativa eficiente para a coleta de água da chuva no Laboratório de Cultura de Tecido Vegetal.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aproveitamento de água da chuva; Garrafa Pet; Recursos Hídricos; Universidade.

**ABSTRACT:** Although Brazil is located in one of the largest water basins in the world, many regions are facing the lack of water scenario. Due to the current scenario of lack of access to water and degradation of this resource there is a need for alternatives that can preserve this water resource. A sustainable alternative is the use of rainwater, since this water is easily accessible and with quality considered for use. Therefore, this work will present a rainwater harvesting system, the system will be installed in the vegetable culture laboratory located at the University of the State of Amazonas, with the general objective of studying a captation system



using pet bottles as collecting gutters for use of rainwater from the plant tissue culture laboratory. Among the specific objectives of this work is to compare two collecting systems for the use of rainwater, a conventional one of PVC with another one of recycled material, PET bottle, with this will be made the comparative study between the two collecting systems and its viability according to NBR 15527 (ABNT, 2007). Some steps will be followed to achieve some specific objectives, among them we can mention, analysis of the pluviometric index of the study area, survey of the necessary materials and construction of the collecting systems. Therefore, it is expected that the PET bottle collector system will be an efficient alternative for the collection of rainwater in the Plant Tissue Culture Laboratory.

**KEYWORDS:** Rainwater harvesting; Pet bottle; Water resources; University.

## 1 | INTRODUÇÃO

A água é um dos recursos mais essenciais para a vida e amplamente compartilhado no planeta. Apesar de cerca de  $\frac{3}{4}$  da superfície da Terra está ocupada por água, deste total apenas 3% são de água doce. Porém, 80% da água doce está congelada nas calotas polares do Oceano Ártico, na Antártida e nas regiões montanhosas ou em lençóis subterrâneos muito profundos, ou seja somente 20% do volume total de água doce do planeta se encontra imediatamente disponível para o Homem (ANA, 2013).

O Brasil está localizado em uma das maiores reserva de água doce do mundo, em torno de 12% de todo o montante disponível. Mas, isto não é suficiente para afirmar que não há escassez hídrica no país. A distribuição dos recursos hídricos é bem desigual nas diferentes regiões brasileiras. Grande parte dos mananciais, aproximadamente 80%, se encontra na região Amazônica, onde residem somente 5% da população. Por isso, mesmo com grande potencial hídrico, o recurso é objeto de conflito em várias regiões do País.

Segundo dados do Relatório da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco) a escassez da água tem se tornado um grande problema em todo o mundo, a demanda hídrica global pode ser influenciada pelo crescimento da população, pela urbanização, pelo processo industrial. Em 2050, é previsto um aumento da demanda hídrica mundial de 55%, o principal motivo é pelo crescimento do setor industrial, dos sistemas de geração de energia termoelétrica e dos usuários domésticos.

Na região Amazônica a quantidade hídrica é grande, possui cerca de 80% da disponibilidade hídrica brasileira (ANA, 2013). Apesar dessa quantidade de recurso hídrico, muitas comunidades ribeirinhas da região norte sofrem com a má distribuição de abastecimento de água em quantidade e qualidade. Segundo Kumoto (2012) existem comunidade isoladas, na região norte que menos da metade dos domicílios são abastecidos por rede geral (45,3%). O estado de Rondônia apresenta 73,4% do índice de municípios com domicílios sem oferta de serviços de distribuição de água

com algum tipo de tratamento.

Devido ao cenário atual de demanda por água para diversos usos e a crescente degradação desse recurso (desperdício, contaminação de rios) e má distribuição desse recurso em diversas regiões brasileiras, existe uma necessidade de alternativas que possam conservar este recurso hídrico e garantir à população água em quantidade e qualidade suficientes para o consumo. A utilização da água da chuva tem sido uma alternativa sustentável, uma vez que esta água é de fácil obtenção e com qualidade satisfatória para uso.

Segundo Hagemann (2016) as águas pluviais se mostram como uma das alternativas atualmente para amenizar o problema da escassez de água.

O aproveitamento de água da chuva é uma eficiente alternativa para atender as necessidades humanas, já sendo bastante utilizados em países como Austrália, Alemanha, Estados Unidos e Japão e no Brasil empregado na região nordeste minimizando os problemas de escassez no Semiárido (ASA, 2012).

Segundo Lima (2015) sistema doméstico de aproveitamento de água da chuva é composto, basicamente, por três componentes: Área de captação; sistema de distribuição e transporte da água e reservatório.

A vantagem da água da chuva é ser uma fonte de água diretamente acessível onde a mesma precipita em pisos e fica disponível para quando se precisa dela sem ser preciso uso de adicional de energia (GNADLINGER, 2015).

A reutilização da garrafa de plástico, PET – Poli Etileno Tereftalato, na construção de calhas para aproveitamento da água da chuva para usos não potáveis, é uma alternativa de baixo custo, de boa qualidade e de fácil acesso a população, podendo contribuir para diminuir a exaustão dos Mananciais de abastecimento, ajudando na redução dos resíduos sólidos. Foi criada a cartilha CalhaPET que orienta como construir a calha (NEVES, 2009).

A importância do estudo proposto por esse pré-projeto é de apresentar um sistema de aproveitamento de água da chuva para uso não potável, o estudo fará a comparação entre dois sistemas coletores, um utilizando material reciclado, garrafa PET, e outro material convencional, PVC. Onde o sistema de garrafa PET poderá ser uma vantajosa alternativa para atender comunidades carentes que sofrem com a falta de abastecimento de água.

## 2 | REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Aspecto Geral

Aproximadamente 97,5% da água na superfície terrestre é salgada. O restante 2,5 % é água doce. 68,9% da água doce estão congeladas nas calotas polares do Ártico, Antártida e nas regiões montanhosas (TOMAZ, 2011).

A distribuição da água doce não é uniforme em todo o território. Segundo o

Programa Hidrológico Internacional da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco), na América do Sul encontra-se 26% do total da água doce disponível no planeta (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2017).

A desigualdade da distribuição dos recursos hídricos contrapõe com as diferenças populacionais. A Ásia, o continente mais populoso, reúne 59,8% dos habitantes e 31,6% da disponibilidade total de água doce superficial do planeta. Por outro lado, as Américas contam com 13,6% da população mundial e 41% da água disponível (AUGUSTO et al, 2012).

O Brasil detém aproximadamente 13,7% da água doce do mundo. A região norte possui 68,5% da água de todo o país com 7,92% da população do país. Existe uma distribuição desigual desse recurso. A região Sudeste tem a maior população e o problema é maior devido a poluição dos rios, devido a atividade industrial, utilização dos insumos agrícolas, poluentes e despejos urbanos (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2017).

Estudos realizados mostram que uma pessoa no Brasil gasta de 50 a 200 litros de água diariamente em sua residência, dependendo da região. A maior parte decorre do uso do chuveiro, responsável por 55% do consumo, contabilizando gastos de água em torno de 45 a 144 litros. (TAJIRI, CAVALCANTI E POTENZA, 2012).

Nas regiões Sudeste e Sul, a urbanização ultrapassou dos 60% (alguns casos estão próximos dos 90%) e regiões Norte e Nordeste ainda alternam perto de 50%. O Brasil, por suas características climáticas, com predominância dos climas equatorial e tropical, recebe um volume de chuva significativo por ano, que varia de 3.000 mm na Amazônia e 1.300 mm no centro do país. No sertão nordestino este índice entre 250 mm/ano a 600 mm/ano (TOMAZ, 2011).

## 2.2 Escassez de água

Para a existência de vida no planeta a água torna-se um recurso natural indispensável, tem cada vez mais tem se tornado um bem finito, pois este recurso hídrico tem sido utilizado de forma ineficiente.

Desde a antiguidade, o homem habita em locais com alguma disponibilidade de água. Com o crescimento populacional houve um aumento da demanda por água, dessa forma surgindo à necessidade da racionalização do uso da água (CARDOSO, 2013).

A escassez de água é um dos graves problemas mundiais, a Brasil apesar de possuir uma das maiores bacias hídrica do mundo vem enfrentando este cenário de falta d'água. O crescimento populacional e o avanço tecnológico têm gerado o aumento do uso da água, de maneira que tem sobrecarregado os sistemas de abastecimentos de água, outros fatores que levam a falta de água é a contaminação dos mananciais urbanos, perda de água na distribuição e falta de racionalização de uso de água em nível doméstico e industrial.

Muitas regiões brasileiras têm sofrido com a falta de abastecimento de água, não somente devido a condições climáticas como é o caso da região nordeste, mas também pela grande demanda em regiões com alto índice populacional, exigindo um grande uso desse recurso e que muitas vezes há a poluição e desperdício, como exemplo a Região Metropolitana de São Paulo.

Na Amazônia a quantidade hídrica é grande, com 81% da disponibilidade dos recursos hídricos brasileiros (ANA, 2011). Com cerca de 12% de toda a água doce superficial do mundo. Ainda assim, o acesso e a qualidade da água é um problema sério enfrentado por parte da população. A região Norte, possuía a maior percentual de municípios distribuindo água sem nenhum tratamento com 21,2%. O Estado do Pará e do Amazonas possuem as piores situações 40% e 38,7%, respectivamente. (IBGE,2008).

Há uma necessidade de alternativas que possam conservar este recurso e garantir à água a população em quantidade e qualidade suficientes para o consumo. Devido a este cenário atual, a utilização da água da chuva tem sido uma alternativa sustentável, uma vez que está água é fácil obtenção e com qualidade considerada (SILVA, 2016).

### **2.3 Falta de água potável em comunidades do interior do Amazonas**

Apesar de a Amazônia possuir o maior reservatório de água doce do mundo, muitas comunidades do interior do estado do Estado sofrem com a falta de abastecimento de água em quantidade e qualidade para atender às necessidades básicas, beber, tomar banho, lavar roupa, preparos da alimentação, etc.

Kumoto (2012) relata que existem comunidades isoladas do Norte que estão entre as mais prejudicadas pela falta de atendimento por água tratada, onde somente 45,3% dos domicílios são abastecidos por rede geral.

Oliveira (2015) em seu trabalho identificou que 53% das famílias de comunidades ribeirinhas, localizada no município de Currálinho - PA retiram a água diretamente do rio, para o consumo e atendimento das necessidades básicas.

O grande volume de água nas áreas de várzea, originário tanto dos rios quanto das frequentes chuvas, contrasta com o fato de que a maior parte das populações que residem em locais que não tem acesso à água de qualidade e sofre constantemente com doenças de veiculação hídrica.

Mesmo esse sendo o cenário atual de algumas comunidades do interior do Amazonas, existe trabalhos na área que relatam sobre o aproveitamento da água da chuva como uma alternativa para suprir esse problema de falta de água. Por exemplo, o Programa de Melhorias Sanitárias Domiciliares, Aproveitamento e Armazenamento da Água da Chuva – Prochuva.

Este programa funciona desde 2006 e tem o intuito de distribuir um kit de infraestrutura contendo as partes essenciais do sistema: calha, tubulação e reservatório

de água. Dessa maneira, beneficiar comunidades afetadas com a seca dos rios e que não possuem nenhum sistema de fornecimento doméstico de água. Comunidades localizadas nas calhas dos rios Purus, Solimões, Amazonas e Madeira são exemplos do uso desse programa.

## 2.4 Aproveitamento da água da chuva

O sistema de captação de água da chuva pode-se considerar um método simples e de fácil compreensão. Consiste em um modelo de manejo da água precipitada, onde é utilizada uma superfície impermeável como telhados, lajes, calçadas, entre outros como superfície de captação. Para a segurança sanitária recomenda-se o descarte do primeiro fluxo de água (lavador do telhado), depois o armazenamento em reservatórios e em seguida a distribuição (MENDES, 2013),

A técnica de aproveitamento da água da chuva é bastante antiga. Existe lei de 870 a.C., feita pelo rei Mesha dos Moabitas obrigando as residências terem reservatórios para aproveitarem água de chuva dos telhados. Na antiga Mesopotâmia, há 2750 a.C. utilizavam a água da chuva. Em 1885, foi descoberto em Monturque, Roma, doze reservatórios subterrâneos usados para o abastecimento público (TOMAZ, 2011).

A China, é outro exemplo, possui mais de cinco milhões de cisternas construídas, e no sul da Austrália, cerca de 80% da população rural e 30% da urbana utilizam a água da chuva como fonte de abastecimento (ANDRADE NETO, 2013).

No Brasil, o primeiro sistema de aproveitamento da água de chuva foi construído na Ilha Fernando de Noronha/PE pelo exército norte-americano, em 1943. Mesmo atualmente a água da chuva é utilizada para o abastecimento da população. Mas foi apenas nas últimas décadas do século passado que a utilização da água da chuva passou a fazer parte de programas governamentais e de organizações não governamentais.

Na região Nordeste do Brasil, houve a implantação de cisternas, iniciada por um convênio entre a Articulação no Semi-Árido Brasileiro (ASA) e o Ministério do Meio Ambiente (MMA) em 2001, foram implantadas inicialmente 500 cisternas, beneficiando as famílias rurais do semi-árido brasileiro, este programa ficou conhecido como Um Milhão de Cisternas (P1MC).

Segundo Veloso et al (2012) atualmente o aproveitamento da água da chuva está sendo muito disseminado em países desenvolvidos, com legislações sobre o assunto. Países com o Japão, Alemanha, EUA, Austrália são exemplos que utilizam esta técnica dos recursos pluviais em diversas aplicações: desde sua ingestão para atender necessidades potáveis até para fins menos nobres em serviços de lavagens e regar de plantas.

Em 2007 foi publicado pela Associação Brasileira de Normas Técnica (ABNT), Norma Brasileira (NBR) nº 15527 que fornece requisitos para o aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. Esta Norma estabelece parâmetros para calhas, condutores, reservatórios, instalações e padrões

de qualidade para a água tratada (ABNT, 2007). Além disto, esta NBR estabelece seis métodos (Método de Rippl, Método da simulação, Método Azevedo Neto, Método prático alemão, Método prático inglês e Método prático australiano) para o dimensionamento dos reservatórios para águas pluviais.

A norma NBR 15527 (ABNT, 2007) recomenda que no sistema de aproveitamento de água de chuva pode ser instalado um dispositivo de descarte da primeira água da chuva que escoar sobre o telhado, e deve ser dimensionado pelo projetista. Na falta de dados, recomenda-se o descarte de 2 mm inicial da precipitação.

Os primeiros milímetros de chuva são responsáveis pela limpeza da atmosfera e da superfície de captação através do arraste de substâncias como poeira, folhas, galhos e fezes de animais (COSTA, 2011).

Segundo o Manual da ANA/FIESP; SindusCon/SP (2005), o reservatório de descarte, também conhecido como reservatório de auto-limpeza, tem a finalidade de reter temporariamente e posterior descarte da água coletada na fase inicial da precipitação, podendo ser com torneira boia, dispositivos automáticos etc.

## 2.5 Qualidade da água da chuva

A água da chuva é o produto de um processo natural de destilação. Dessa maneira, sua qualidade seja química, ou microbiológica, é classificada como sendo de boa qualidade, com baixa concentração de minerais e de sólidos suspensos (COHIM et al, 2015).

A composição da água da chuva é alterada de acordo com a localização geográfica do ponto de amostragem, com as condições meteorológicas (intensidade, duração e tipo de chuva, regime de ventos, estação do ano, etc.) (TOMAZ, 2009). Varia com o grau de poluição do ar e com a condição de limpeza da área de coleta. Isso deve ser considerado em relação aos métodos utilizados para o tratamento das águas pluviais. Por exemplo, se a casa possui árvores nas proximidades, uma grelha ou tela é indispensável para manter fora do condutor vertical. Se o local é próximo à área arenosas ou campos, um processo de sedimentação e filtração será necessário para remover as impurezas. Os métodos podem variar de acordo com o fim a que se destinam as águas pluviais armazenadas (FENDRICH, 2002).

No que se refere ao tratamento das águas da chuva, a filtração e descarte das águas de primeira chuva são importantes para a melhoria da qualidade da água captada (ZANELLA; ALVES, 2016).

Para que se possa aproveitar todo o benefício da coleta e utilização da água da chuva de forma segura é preciso estabelecer os padrões de qualidade que a mesma deva atender, devendo este ser de acordo com os usos a que a mesma for destinada (Silva, 2014).



## 2.6 Sistema Calha PET

A reciclagem é uma atividade importante para que diminua os impactos causados pela geração de resíduos, além disso, minimize a extração de recursos naturais para a fabricação de novos produtos.

O uso de garrafa PET como calha coletora para o aproveitamento da água da chuva, também contribui para a prática de coleta de aproveitamento da água da chuva, pois sendo um material com resistência à biodegradação, levando séculos para a sua decomposição, ajuda na redução dos resíduos sólidos, tem baixo custo, material de fácil acesso a população podendo uma forma de haver a reciclagem e reutilização dessa garrafa PET.

Em 2008 surgiu o projeto “CalhaPET”, foi desenvolvido pelo acadêmico do curso de Geografia da Universidade Tuiuti do Paraná, a utilização de garrafa PET como calhas para o aproveitamento da água da chuva.

O projeto surgiu através de oficinas realizadas no Município de Cabeceiras do Piauí, por estudante da Universidade Tuiuti do Paraná, juntamente ao Projeto Rondon – Operação Grão-Pará 2008.

Os objetivos desse projeto foram: aproveitar a água da chuva para a subsistência residencial; reduzir os resíduos sólidos do meio ambiente e, através de oficinas práticas, formar agentes multiplicadores com o intuito de sensibilizar e conscientizar a sociedade na preservação dos recursos naturais (NEVES, 2009).

O sistema consiste em conexões de garrafas de plástico presas por pregos e sustentadas por uma tábua de madeira, funcionando como um coletor de água da chuva que escoar do telhado a um condutor vertical para um reservatório ou caixa d’água, conforme Figura 1.



Figura 1 - Calha feita com garrafa PET.

## 3 | METODOLOGIA

A metodologia desta pesquisa baseia-se em um estudo comparativo entre dois sistemas coletores de captação da água da chuva, onde foi utilizada calha convencional

de PVC e calha feita de garrafa PET, o estudo foi realizado no laboratório de tecido de cultura vegetal, localizada na Universidade do Estado do Amazonas – UEA/EST, a instalação do sistema foi feita em um telhado de aproximadamente 52 m<sup>2</sup>.

Iniciou-se com embasamento teórico e levantamento de normas brasileiras que abordam sobre aproveitamento da água da chuva para uso não potável, instalação de sistema de águas pluviais, bem como parâmetros da qualidade da água.

Para que possa ser avaliado o potencial de aproveitamento da água da chuva, é necessário analisar os seguintes fatores: média de precipitação pluviométrica e qualidade da água. O sistema de captação de água da chuva deve ser dimensionado com base no volume de água precipitada, na área de coleta e na demanda necessária do local onde será feito o aproveitamento, devendo atender às normas da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Em vista disso foram obtidos dados das precipitações dos últimos dez anos pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, para melhor compreensão dos registros das precipitações da cidade de Manaus, de acordo com os dados obtidos pelo INMET.

Houve a instalação um pluviômetro na área de estudo, onde obteve o registro das precipitações para os meses de abril, maio e junho de 2017.

A construção do pluviômetro foi feita utilizando tubos e conexões de PVC conforme técnicas de Assunção e Assis (1997), o pluviômetro PET possui uma área de captação de 165 cm<sup>2</sup>, construído de tudo de PVC de 35 cm e diâmetro de 100 mm, acoplado, a na parte superior, uma redução de 150 para 100 mm, e na superfície inferior, a uma base que forma o fundo do instrumento. A base do pluviômetro é composta pela garrafa PET e um tampão de 100 mm, e uma torneira de plástico (GARCÊZ; MOTA, 2009). Teoricamente, este instrumento possui uma precisão similar ao obtido com o pluviômetro padrão “Ville de Paris”, que possui uma área de captação de 400 cm<sup>2</sup>. As coletas eram feitas diariamente sempre as 9h da manhã.

A construção do sistema calha PET teve como base no manual calha PET, desenvolvido pelo acadêmico do curso de Geografia Gustavo Zen da Universidade Tuiuti do Paraná. Utilizando garrafas PETs de 2 litros para a construção dos coletores. O sistema convencional foi feito de tubos de PVC utilizando como base o manual do sempre sustentável com algumas adaptações.

Após a instalação do sistema no local de estudo, iniciou-se a análise de eficiência entre os dois sistemas coletores para a coleta para abastecimento de água da chuva. Para que houvesse a análise quanto à eficiência de coleta para abastecimento de água da chuva, foi realizado os seguintes procedimentos:

- Observação em média de 1 hora de chuva:
- Medição da quantidade de chuva que precipitou durante 1 hora o qual o reservatório do sistema convencional de PVC e sistema com garrafa PET conseguiu captar.

A medição foi feita com a utilização de uma proveta graduada e auxílio de garrafas

PET de 2 litros para que fosse calculada a quantidade de chuva em mm coletada em cada reservatório.

1. Foi transferida a quantidade de água para a garrafa Pet;
2. Mediu na proveta graduada quanto de chuva em mm foi coletada em cada reservatório;
3. Para saber qual volume de água que foi coletada em cada reservatório utilizou a seguinte os seguintes cálculos:
  - Cálculo do diâmetro da garrafa PET = 0,10 m
  - Área da garrafa ( $\pi d^2/4$ ) = 0,007854 m<sup>2</sup>
  - Volume de água na proveta em ml
  - Pluviosidade em milímetros = V/Área

Para o dimensionamento do reservatório foi escolhido dois métodos estabelecidos pela NBR 15527 que serão o método de Azevedo neto, conhecido como método brasileiro e o método de Rippl, para que possam ser verificados qual entre os dois métodos está mais adequando para o dimensionamento do reservatório. Verificando a viabilidade do sistema para o reservatório para armazenamento da água da chuva, conforme a NBR 15527.

#### **Método Azevedo Neto**

$$V = 0,042 \times P \times A \times T$$

Onde:

P é a precipitação média anual, em milímetros;

T é o número de meses de pouca chuva ou seca;

A é a área de coleta, em metros quadrados;

V é o volume de água aproveitável e o volume de água do reservatório, em litros.

#### **Método de Rippl**

O método de Rippl geralmente superdimensionada o reservatório, mas é bom usá-lo para verificar o limite superior do volume do reservatório de acumulação de águas de chuvas.

Neste método podem-se usar as séries históricas mensais (mais comum) ou diárias.

$$S(t) = D(t) - Q(t)$$

$$Q(t) = C \times \text{precipitação da chuva}(t) \times \text{área de captação}$$

$$V = \sum S(t), \text{ somente para valores } S(t) > 0$$

$$\text{Sendo que : } \sum D(t) < \sum Q(t)$$

Onde:

S(t) é o volume de água no reservatório no tempo t;

Q(t) é o volume de chuva aproveitável no tempo t;

D(t) é a demanda ou consumo no tempo t;

V é o volume do reservatório, em metros cúbicos;

C é o coeficiente de escoamento superficial.

Para a análise físico-química e bacteriológica da água foram coletadas amostras de cada reservatório, os ensaios de coliformes totais, termotolerantes e *Escherichia coli* foram realizados no laboratório de microbiologia da Cosama. Os ensaios foram baseados no método qualitativo, ou seja, mostrando a ausência ou presença de coliformes nas amostras.

Em seguida, foram realizadas as análises físico-químicas, no Laboratório de Química da Universidade do Estado do Amazonas, com as amostras de 1 l. Foram verificados: Ph, utilizando o Phmetro; sólidos totais dissolvidos, condutividade e temperatura, através do condutivímetro; cor aparente, com o auxílio do espectrofotômetro e turbidez, através do turbidímetro.

#### 4 | RESULTADOS

Para os estudos de sistemas de captação e armazenamento de água da chuva, são necessários os registros históricos das precipitações, recomenda-se utilizar um histórico de dados de pelo menos dez anos, garantindo usos múltiplos mais confiáveis, especialmente devido à sazonalidade dos eventos de precipitação.

Foram coletados dados do INMET para série histórica de 10 anos (2007- 2016) do município de Manaus. Através desses dados foi possível observar que os meses de maior precipitação estão entre os meses de novembro a maio, com média de 2.410,34 mm/ano.

Através do pluviômetro manual, Figura 3, instalado na área de estudo foi possível obter o registro da precipitação dos meses de abril a junho. O gráfico mostra a precipitação média para cada mês.



Figura 2 - Pluviômetro de PVC.

Dos meses analisados, infere-se que o período chuvoso foi o mês de abril, com precipitação média mensal foi de 13,44 mm/mês.

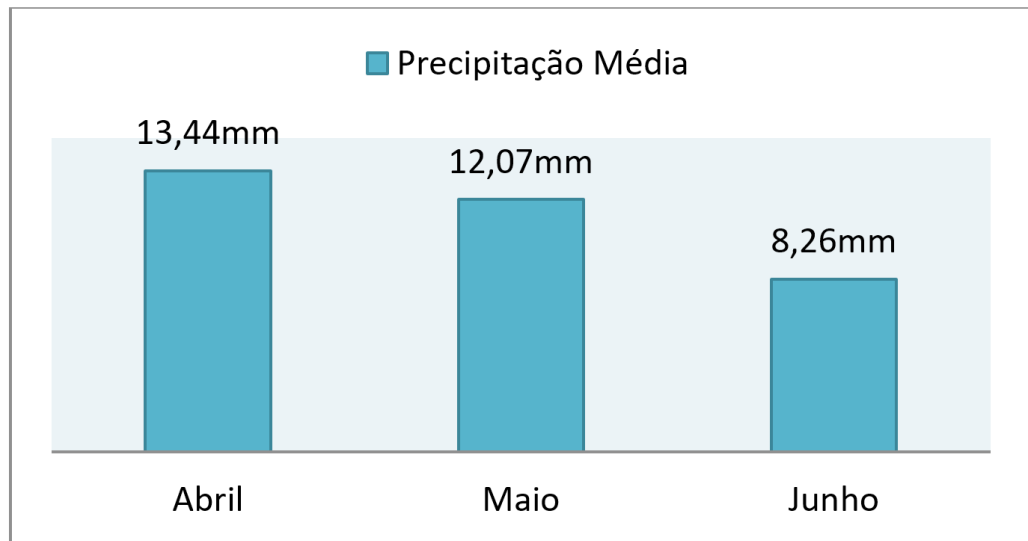


Gráfico 1 - Precipitação média mensal de abril a junho de 2017 pelo do pluviômetro manual

Através dos sistemas coletores para abastecimento de água foi possível obter a eficiência entre ambos. A calha PET teve um custo total de R\$ 25,25 reais e a calha PVC teve um custo total de R\$ 180,48 reais.

Isto representa que a calha de garrafa PET tem um custo 68,08% menor do que comparado ao custo da calha convencional de PVC.

Utilizando o procedimento descrito na metodologia foi possível obter a eficiência de ambos sistemas para a captura da água da chuva em cada reservatório. Dessa maneira foi possível observar que o sistema convencional tem em média de 15% a mais de eficiência, por conta do material utilizado na sua construção. Salientando que a calha de garrafa pet mesmo sendo menos eficiência na coleta da água da chuva não deixa de cumprir seu papel na captação da mesma, para reuso não potável.

Foi considerado o aproveitamento da água da chuva para o abastecimento de uma bacia sanitária. O aparelho sanitário corresponde ao conjunto bacia sanitária com caixa acoplada de 6 litros (Tomaz, 2003), e para a irrigação de jardim.

Por meio dos dados disponibilizados pelo INMET (2017), foram levantados os dados correspondentes aos dias sem registro de precipitação pluviométrico, de cada mês do período amostral. Desse modo foi obtida a média anual dos máximos dias sem chuva, sendo que o maior valor corresponde ao MDS do município sob estudo, levando em consideração, que a NBR 15527/07 não especifica o número de meses de pouca chuva (T), sendo uma incógnita principal a ser identificada.

Para o período estudado observou-se que o mês de março teve a menor média de dias sem chuva, de 8 dias. Em contrapartida os meses de agosto e setembro apresentaram a maior média, sendo o valor de 25 dias a série de Máximos Dias Sem Chuva (MDS). Pela análise da série não foi registrado nenhum mês com 30 dias sem chuva, chegando ao máximo de 29 dias.

O município apresenta um período de cerca de 5 meses com poucos dias sem chuva, Gráfico 3.

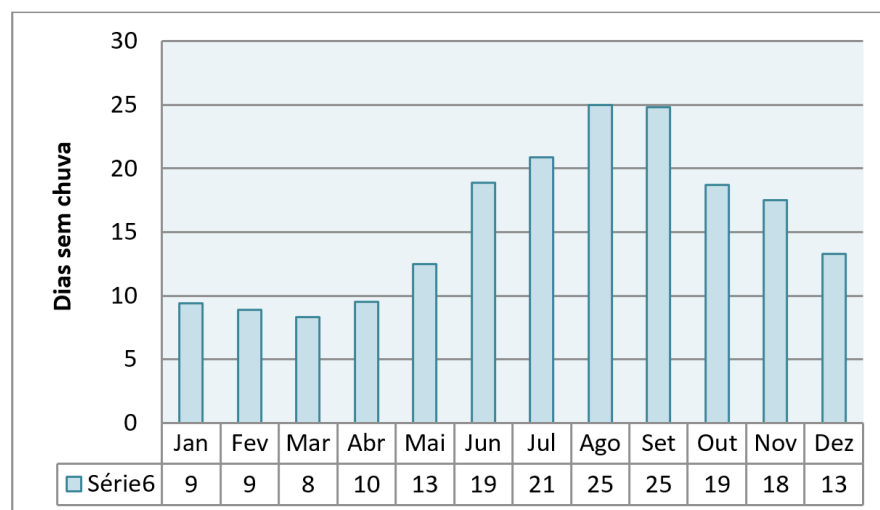


Gráfico 2 - Valores médios de Máximos Dias Sem Chuva de 2007 a 2016, de Manaus.

Através do valor de MDS, pode-se afirmar que o período seco representa 83,33% de um mês, dessa maneira o valor de T é igual a 0,8333. Através dos dados da Tabela 2, obteve-se o valor da precipitação média para a série em análise, correspondendo a 2410,34 mm. Valor utilizado para a realização da simulação da aplicação do Método de Azevedo Neto, junto com as demais incógnitas Tabela 3.

Precipitação (mm)	Área de captação (m <sup>2</sup> )	T (mês)	V(m <sup>3</sup> )
2,41	52	0,8333	4,4

Tabela 1 - Resultado do Método de Azevedo Neto, para o T calculado.

A Tabela 2 mostra os resultados para o dimensionamento pelo método de Rippl, com os valores correspondentes para a precipitação de 2007 a 2016.

Coeficiente de runoff (CR) =	0,9
------------------------------	-----

Meses	Chuva média mensal (mm)	Demanda mensal (m <sup>3</sup> )	Área de captação (m <sup>2</sup> )	Volume de chuva mensal (m <sup>3</sup> )	Diferença entre o volume da demanda e volume de chuva (m <sup>3</sup> )	Diferença acumulada da coluna 6 dos valores positivos (m <sup>3</sup> )	Situação do reservatório
Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5	Coluna 6	Coluna 7	Coluna 8
Janeiro	301,16	8	52	140,94	-132,94	0,00	E
Fevereiro	306,57	8	52	22,07	-14,07	0,00	E
Março	353,93	8	52	25,48	-17,48	0,00	E
Abril	307,05	8	52	143,70	-135,70	0,00	E
Maio	214,67	8	52	15,46	-7,46	0,00	E
Junho	121,14	8	52	8,72	-0,72	0,00	E
Julho	81,47	8	52	38,13	-30,13	0,00	E
Agosto	48,85	8	52	3,52	4,48	4,48	D
Setembro	53,97	8	52	3,89	4,11	8,60	D



Outubro	136,6	8	52	63,93	-55,93	0,00	E
Novembro	212,98	8	52	15,33	-7,33	0,00	E
Dezembro	271,95	8	52	19,58	-11,58	0,00	E
<b>Total</b>	<b>2410,34</b>	<b>96</b>		<b>500,75</b>	<b>Volume=</b>	<b>8,60</b>	

Tabela 2 - Resultado do Método Rippl

E: água escoando pelo extravasor D: nível de água baixando

Como pode ser observado dos meses de janeiro a julho da coluna 6 verifica-se que as diferenças são negativas e, portanto, isso significa que a água está escoando pelo extravasor.

Quando os valores da coluna 6 são positivos o nível de água do reservatório está baixando e isto vai acontecer no mês de agosto quando o abaixamento é de 4,48 m<sup>3</sup>, em setembro de 4,11 m<sup>3</sup>. Em outubro o valor é negativo o reservatório começa a extravasar novamente.

Portanto, o reservatório para regularizar a demanda constante de 8m<sup>3</sup>/mês deverá ter 8,6 m<sup>3</sup> de capacidade.

Através das amostras de águas coletadas para análise bacteriológica da água captada em cada reservatório verificou-se que a água da chuva proveniente da calha de PVC foi imprópria para consumo humano, estando em desconformidade com os padrões estabelecidos para potabilidade segundo a legislação em vigor – Portaria nº 2.914 do Ministério da Saúde e com a NBR 15527/2007, sendo indicada somente para uso não potável. E a água da calha PET apresentou somente coliformes totais, conforme Tabela 3.

Parâmetro	Unidade	VMP Portaria	Água da chuva – calha PVC	Água da chuva- calha PET
Coliformes Totais	NMP/100ml	Ausência	Presença	Presença
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	Ausência	Presença	Ausência
Escherichia coli	NMP/100ml	Ausência	Presença	Ausência

Tabela 3 – Análise Bacteriológica

Os parâmetros físicos e químicos são, em sua maioria, estéticos. Ao serem comparados os resultados das análises físico- químicas, é possível constatar que o mais vantajoso é o sistema calha PET.

Propriedades como: sólidos totais dissolvidos, turbidez e cor aparente; tiveram resultado com grande variação entre os dois sistemas previamente mencionados. Ao adotar-se a calha PET, foi possível obter características de potabilidade da água tratada em consonância com os parâmetros estabelecidos na Portaria MS 2.914/2011.

Análises	Parâmetro (Portaria 2914/11)	Parâmetro (NBR15527/07)	Calha de PVC	Calha PET
Sólidos Totais dissolvidos	Máximo de 1000 ppm	-	779ppm	50ppm
PH	entre 6,0 a 9,5	Entre 6,0 A 8,0	6,4	6,02
Condutividade elétrica	-	-	19,7	20,5
Temperatura	27.4 °C (Manaus)	-	31°C	31°C
Tubidez	Máximo de 5,0 uT	Máximo de 5,0 uT	1,82	0,26
Cor	Máximo de 15 UH	Máximo de 15 UH	69,47	13,38

Tabela 4 - Análises físico- químicas

## 5 | CONCLUSÕES

Através do estudo de caso possibilitou verificar que utilização do material reciclado a garrafa PET para a coleta de água da chuva é uma vantajosa alternativa para atender famílias de baixa renda, como por exemplo, comunidades do interior do Amazonas que sofrem com a falta de abastecimento de água em quantidade suficiente para atender o uso doméstico, por conta do baixo custo e facilidade na obtenção do material e mesmo na sua confecção e instalação. Dessa maneira a calha de garrafa PET tem sua vantagem comprovada em dois âmbitos no aspecto social ajudando famílias carentes e ambiental na reciclagem de garrafas PETs.

Foi visto que o aproveitamento da água da chuva está diretamente relacionando com a quantidade de chuva precipitada na região onde será instalado o sistema dessa maneira os dados de precipitação pluviométrica do município de Manaus mostram que os sistemas apresentam um bom potencial para a captação e utilização de água da chuva.

Com relação qualidade da água pode-se concluir que está água da chuva coletada não é indicada para uso potável, pois através das análises bacteriológicas obteve a presença de coliformes termotolerantes indicando a presença de E. Coli, dessa maneira mostra que a água pode ter recebido uma carga fecal, por conseguinte, pode trazer risco à saúde de quem a consome. Mesmo este resultado ter sido negativo para a água do reservatório proveniente da calha PET, está água dever ser usada somente para uso não potável.

Após tratamento adequando como adição de cloro no reservatório de água, para a desinfecção, como recomenda a ABNT NBR 15527, pode ser utilizada somente para usos não potáveis, por exemplo, na descarga dos vasos sanitários, em irrigação de gramados e plantas, na lavagem de veículos, na limpeza de calçadas e ruas, no abastecimento de sistema de combate contra incêndio, em fontes ornamentais e para diversos usos industriais.

## REFERÊNCIAS

- ANA. Agência Nacional de Águas. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**, informe 2013. Brasília: ANA. 2013. Disponível em <[http://arquivos.ana.gov.br/institucional/spr/conjuntura/ANA\\_Conjuntura\\_Recursos\\_Hidricos\\_Brasil/ANA\\_Conjuntura\\_Recursos\\_Hidricos\\_Brasil\\_2013\\_Final.pdf](http://arquivos.ana.gov.br/institucional/spr/conjuntura/ANA_Conjuntura_Recursos_Hidricos_Brasil/ANA_Conjuntura_Recursos_Hidricos_Brasil_2013_Final.pdf)>. Acesso 20 mar. 2017.
- ANDRADE NETO, Cícero Onofre de. Aproveitamento imediato da água de chuva. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologia Ambientais** – GESTA, Rio Grande do Norte, v.1, n1 - Andrade Neto, p. 073-086, 2013 – ISSN: 2317-563X. Disponível em:< <https://portalseer.ufba.br/index.php/gesta/article/view/7106/4878>>. Acesso 24 mar. 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527: Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos**. São Paulo, 2007. Disponível em: <[http://espiral.net.br/apoio-agua/2007-ABNT- %C3%A1guadachuva-aproveitamentodecoberturaem%C3%A1reasurbanas.pdf](http://espiral.net.br/apoio-agua/2007-ABNT-%C3%A1guadachuva-aproveitamentodecoberturaem%C3%A1reasurbanas.pdf)>. Acesso 12 mar. 2017.
- AUGUSTO, Lia Giraldo da Silva. et al. **O contexto global e nacional frente aos desafios do acesso adequado à água para consumo humano**. Ciência e Saúde Coletiva, ano 6, n. 176, p.1511-1522, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csc/v17n6/v17n6a15.pdf>>. Acesso 7 abr. 2017.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**, 2008. Disponível em:<<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv45351.pdf>> Acesso 25 mar. 2017.
- BRASIL. Ministério da saúde. **Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília. 2011. Disponível em: <[http://site.sabesp.com.br/site/uploads/file/asabesp\\_doctos/PortariaMS291412122011.pdf](http://site.sabesp.com.br/site/uploads/file/asabesp_doctos/PortariaMS291412122011.pdf)>. Acesso 21 mar. 2017.
- CARDOSO, Carlos Eduardo Nascimento. **Aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis**. 2013. 74 f. Monografia apresentada como pré-requisito para conclusão do Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2013.
- COHIM, E. et al. Manejo e qualidade da água de chuva no setor urbano. In: Santos et al. **Captação, Manejo e Uso de Água de Chuva**. Campina Grande: ABCMAC/INSA, 2015, p. 189-209. Disponível em: <<http://www.bibliotekevirtual.org/livros/registrados/pdfs/978-85-64265-13-4.pdf>>. Acesso 25 mar 2017.
- COSTA, Amanda Regina Ferreira da. **Limites de aplicabilidade para sistemas automáticos de descarte de água de chuva: estudo de caso**. 2011. 69 f. Monografia apresentada como pré-requisito para conclusão do Curso em Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, 2011. Disponível em <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/124546/268.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso 12 abr. 2017.
- GARCÉZ, Sílvia Letícia Alves, MOTA, Maria Aurora Santos da. **Validação das observações feitas com o pluviômetro de garrafa PET na cidade de Belém-PA**. 4º Congresso Brasileiro de Extensão Universitária - 2009, Dourados-MS, 2009. Disponível em : <[http://www.sbmet.org.br/cbmet2010/artigos/400\\_68278.pdf](http://www.sbmet.org.br/cbmet2010/artigos/400_68278.pdf)>. Acesso 20 abr. 2017.
- GNADLINGER, Johann. Água de chuva no manejo integrado dos recursos hídricos em localidades semiáridas: aspectos históricos, biofísicos, técnicos, econômicos e sociopolíticos. In: Santos et al. **Captação, Manejo e Uso de Água de Chuva**. Campina Grande: ABCMAC/INSA, 2015, p. 37 -74. Disponível em: <<http://www.bibliotekevirtual.org/livros/registrados/pdfs/978-85-64265-13-4.pdf>>. Acesso 25 mar 2017.
- KUMOTO, Elizabeth Koibuchi. **Abastecimento de água em comunidade ribeirinhas do Baixo Madeira ( Estado de Rondônia)** – Diagnóstico e Possíveis Soluções. 2012. 99 f. Monografia

apresentada como pré-requisito para conclusão de curso em engenharia ambiental, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2012. Disponível em : < <http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/180300/tce-12032013-101104/?&lang=br>>. Acesso 6 abr. 2017.

LIMA, Paulo Roberto Lopes. Aspectos tecnológicos das cisternas de placas. In: Santos et al. **Captação, Manejo e Uso de Água de Chuva**. Campina Grande: ABCMAC/INSA, 2015, p. 341 -352. Disponível em: <<http://www.bibliotekevirtual.org/livros/registrados/pdfs/978-85-64265-13-4.pdf>>. Acesso 25 mar 2017.

Ministério do Meio Ambiente. **Água**: um recurso cada vez mais ameaçado. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr\\_proecotur/\\_publicacao/140\\_publicacao09062009025910.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr_proecotur/_publicacao/140_publicacao09062009025910.pdf)>. Acesso em 8 de mar. de 2017.

NEVES, Gustavo Zen de Figueiredo. **Relato da oficina calha pet - construção de calhas de garrafas pet para aproveitamento da água da chuva**. In: Seminário Internacional Experiências de Agendas 21 - Desafios do Nosso Tempo, 2009, Ponta Grossa. Anais do Seminário Internacional Experiências de Agendas 21 - Desafios do Nosso Tempo. Curitiba : SEMA - Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Paraná, 2009. Disponível em:<<http://eventos.uepg.br/seminariointernacional/agenda21parana/relatos/Relato01.pdf>>. Acesso 07 jan. 2017

Oliveira, Thaíssa Jucá Jardim. et al. **Abastecimento de água e saneamento em populações ribeirinhas do marajó: problemas e alternativas desenvolvidas pela comunidade boa esperança, curralinho – PA**. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. XXI, 2015, Brasília. Disponível em:<[http://www.evolvedoc.com.br/sbrh/detalhes-1082\\_abastecimento-de-agua-e-saneamento-em-populacoes-ribeirinhas-do-marajo-problemas-e-alternativas-desenvolvidas-pela-comunidade-boja-esperanca-curralinho-pa](http://www.evolvedoc.com.br/sbrh/detalhes-1082_abastecimento-de-agua-e-saneamento-em-populacoes-ribeirinhas-do-marajo-problemas-e-alternativas-desenvolvidas-pela-comunidade-boja-esperanca-curralinho-pa)>. Acesso 07 abr. 2017.

Projeto experimental de aproveitamento de água da chuva com a tecnologia da minicisternas para residência urbana. **Manual de construção e instalação**. Disponível em: <<http://www.sempresustentavel.com.br/hidrica/minicisterna/minicisterna.htm>> acesso em 24 mar. 2017.

SILVA, Pedro Gustavo Câmara da. **Análise do potencial de aproveitamento de águas pluviais nos setores de aula do campus central da UFRN**. 2016. 71 f. Monografia apresentada como pré-requisito para conclusão do Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte, 2016. Disponível em:<[https://monografias.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/2313/1/An%C3%A1lise%20do%20Potencial%20de%20Aproveitamento\\_Monografia.pdf](https://monografias.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/2313/1/An%C3%A1lise%20do%20Potencial%20de%20Aproveitamento_Monografia.pdf)> 15 mar. 2017.

TAJIRI, Christiane Aparecida Hatsumi; CAVALCANTI, Denize Coelho; POTENZA, João Luiz. **Habituação Sustentável** – São Paulo : SMA/CPLA, 2011. 122 p. : 15,5 x 22,3 cm (Cadernos de Educação Ambiental, 9). Disponível em: < <http://igeologico.sp.gov.br/wp-content/uploads/cea/9-habitacao-sustentavel.pdf>>. Acesso em 16 mar. 2017.

TOMAZ, P. Qualidade da água de chuva. In: **Aproveitamento de água de chuva**. 2009. Disponível em: <[http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/livros/Livro aprov. aguadechuva Livro 20Aproveitamento 20de 20agua 20de 20chuva 205 20dez 202015.pdf](http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/livros/Livro%20aprov.%20aguadechuva%20Livro%20Aproveitamento%20de%20agua%20de%20chuva%2005%20dez%202015.pdf)> Acesso em 10 de fevereiro de 2017.

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis**. 4ª edição. São Paulo: Navegar Editora, 2011. Disponível em: <[http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/livros/Livro aprov. aguadechuva Livro 20Aproveitamento 20de 20agua 20de 20chuva 205 20dez 202015.pdf](http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/livros/Livro%20aprov.%20aguadechuva%20Livro%20Aproveitamento%20de%20agua%20de%20chuva%2005%20dez%202015.pdf)>. Acesso em 10 de fevereiro de 2017.

UNESCO. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. Relatório mundial das Nações Unidas sobre o desenvolvimento dos recursos hídricos. **Água para um mundo sustentável**- Sumário Executivo. WWDR. 2015a. 08 p. Disponível em: <[http://www.unesco.org/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR2015ExecutiveSummary\\_POR\\_web.pdf](http://www.unesco.org/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR2015ExecutiveSummary_POR_web.pdf)>. Acesso: 07 jun. 2017.

VELOSO, Nircele da Silva Leal, et al. Água da chuva para abastecimento na Amazônia. **Revista**

**Movendo Ideias.** v. 17, n. 1, jan./fev. 2012. Disponível em :<<http://revistas.unama.br/index.php/Movendo-Ideias/article/download/628/276>>. Acesso 02 abr. 2017.

## ANÁLISE DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADO COM ESTUDO DE CASO NO CAMPO DE FUTEBOL DA UFERSA CAMPUS MOSSORÓ-RN

### Izaac Paulo Costa Braga

Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Natal – RN

### Camila Lopes Andrade

Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Mossoró – RN

### Kátia Priscila Fernandes Maia Medeiros

Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Mossoró – RN

### Hálison Fernandes Bezerra Dantas

Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Natal – RN

### Rafael de Azevedo Palhares

Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Natal – RN

**RESUMO:** A automação baseia-se em um sistema de equipamentos mecânicos e/ou eletrônicos que controlam seu funcionamento sem que haja quase nenhuma intervenção do homem. Esta gera inúmeros benefícios, tais como: maior produtividade, redução de custos, melhor utilização dos recursos naturais, entre outros. Os sistemas de irrigação estão sendo otimizados com a automação, pois, ao se tornarem automáticos, tais sistemas podem ser controlados e supervisionados de maneira mais eficaz. Neste sentido, o presente trabalho apresenta uma comparação entre

os sistemas convencional e automatizado no campo de futebol da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA. A partir dos resultados obtidos, constatou-se que o sistema de irrigação automatizado foi a melhor escolha, pois gerou grandes vantagens, como: mão-de-obra mínima, economia de água e energia, etc. **PALAVRAS-CHAVE:** Automação, Sistema de irrigação, Economia de água.

**ABSTRACT:** The automation is based on a system of mechanical and / or electronic equipment that controls its operation without almost any intervention of the man. This generates numerous benefits, such as: greater productivity, reduction of costs, better use of natural resources, among others. Irrigation systems are being optimized with automation because by becoming automatic, such systems can be controlled and supervised more effectively. In this sense, the present work presents a comparison between the conventional and automated systems in the soccer field of the Federal Rural University of the Semi-Arid – UFERSA. From the obtained results, it was verified that the automated irrigation system was the best choice, because it generated great advantages, such as: minimum labor, water and energy saving, etc.

**KEYWORDS:** Automation, Irrigation system, Water saving.



## 1 | INTRODUÇÃO

As primeiras civilizações se desenvolveram ao longo do rio Nilo, Tigre e Eufrates. O homem logo percebeu que não somente ele precisaria de água para sobreviver e começou a observar o desenvolvimento das plantações que, naquela época, era maior fonte de alimento para os mesmos. Desde a pré-história o homem vem utilizando o desvio de águas para irrigar suas plantações. Foi a partir de técnicas de desvios de águas que novas áreas, como regiões áridas e semiáridas, foram habitadas e cultivadas (TESTEZLAF, 2011).

Surgindo inovações nos métodos de irrigação manual, os produtores começam a desenvolver sistemas manuais que os ajudem a fazer a distribuição de água na cultura. Com o advento das tecnologias surge o sistema de irrigação automatizado, gerado para suprir as necessidades dos produtores, já que na irrigação manual requer um número considerável de mão de obra, fornecimento de energia e nem sempre mantém o controle sobre o método (MELLO & SILVA, 2006).

São os métodos mais importantes de irrigação: sendo estes a irrigação por aspersão, a por microirrigação ou irrigação localizada, a irrigação por superfície e irrigação subterrânea ou subirrigação (FRIZZONE, 2011).

Para maior familiarização com o assunto, foi realizado um estudo de caso com um tipo de irrigação automatizada no campo de futebol da UFERSA do campus Mossoró, aliado a um levantamento de dados comparativos entre o método anterior sendo manual e o atual automatizado bem como as características do projeto e seu funcionamento.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Automação e sua importância

A automação consiste em um sistema de equipamentos mecânicos e/ou eletrônicos que servem para controlar seu funcionamento, com pouquíssima intervenção humana. Vale salientar que automação e mecanização são coisas distintas, pois a mecanização tem como base o uso de máquinas para realizar determinado trabalho, de forma que substitua o esforço físico do homem. Já a automação permite que um trabalho seja realizado através de máquinas controladas de forma automática, que se regulam sozinhas (PINTO, 2005).

A automação dos processos de trabalho é de grande importância por inúmeros fatores, tais como: maior produtividade, redução dos custos de produção gerando uma maior lucratividade, melhor utilização dos recursos naturais, capacidade maior de controle e supervisão, tecnologia avançada nos três setores da economia (agrícola, nas indústrias e na prestação de serviços), entre outros. No setor agrícola, por exemplo, a produção e controle eram feitos de forma mecânica, manual e se havia a necessidade

de vários funcionários para realizar as tarefas. Porém, com a chegada da tecnologia ocorreu à automação (CARVALHO et al., 2013).

No Brasil, a automação irá avançar gerando várias alternativas de mão de obra para o produtor rural com diminuição de custos e aumento da produtividade no setor da economia mais competitivo do país, que é o agronegócio (NETO, 2013).

## 2.2 Irrigação

Vários autores definem irrigação de diferentes formas, todas com o mesmo objetivo comum. Para Testezlaf (2001) irrigação é o uso de técnicas, formas ou meios utilizados para aplicar água artificialmente às plantas, procurando satisfazer suas necessidades e visando a produção ideal para o seu usuário. Já Mello & Silva (2006) define irrigação como sendo a aplicação artificial de água no solo, em quantidades adequadas, visando proporcionar a umidade adequada ao desenvolvimento a fim de suprir a falta ou a má distribuição das chuvas. Ambas as definições fazem referência ao modo de distribuição das águas para manutenção das plantações.

A irrigação tornou-se uma técnica fundamental para o desenvolvimento cultural e socioeconômico de determinadas regiões desfavorecidas em termos climáticos. As irregularidades das chuvas ou a indisponibilidade hídrica são exemplos comuns para a necessidade de implantação da irrigação. Há também outras situações em que existe a possibilidade de incrementar lucratividade às regiões agrícolas tradicionais (TESTEZLAF, 2011).

No Brasil, o crescimento demográfico e as transformações econômicas influenciaram fortemente nas distribuições da população em relação aos recursos hídricos. Com o tempo foram ocorrendo as evasões do campo para a cidade e os recursos começam a ser mais solicitados com a implementação da industrialização, pois houve a necessidade de investir na geração de energia elétrica e a partir disso a utilização de hidrelétricos.

## 2.3 Tipos de automação na irrigação

Para Frizzone (2011) são quatro os métodos mais importantes de irrigação: sendo estes a irrigação por aspersão, a por microirrigação ou irrigação localizada, a irrigação por superfície e irrigação subterrânea ou subirrigação.

Abaixo será explicado cada tipo de sistema de irrigação bem como suas principais vantagens e desvantagens.

- Irrigação por aspersão: é um sistema que abastece o solo sob forma de chuva artificial (FOLEGATTI, 2013). Tem como principais vantagens: adequação às várias condições de solo e topografia; mais eficiente na distribuição de água e tem produtividade agrícola superior, comparado ao sistema de irrigação por superfície e pode ser automatizado completamente. Suas principais desvantagens: os custos de instalação e operação são mais altos que o sistema por superfície; as condições do clima (vento e umidade relativa) influenciam esse tipo de sistema e requer mão de obra especializada,

apesar de ser pouca. (AGROVALE, 2013).

- Irrigação localizada ou microirrigação: sistema em que a água é aplicada em alta frequência e baixo volume, sobre ou abaixo da superfície do solo, conservando com alto grau de umidade um pequeno volume de solo que comporta o sistema radicular das plantas (FRIZZONE, 2013). Principais vantagens: maior produção por unidade de área; consome uma menor quantidade de água e energia; verticaliza a produção; impacto ambiental baixo; produção sustentável. E principais desvantagens: os custos de instalação e operação também são maiores que o sistema por superfície; tipo de sistema de irrigação que corre risco de entupir e requer mão de obra especializada, apesar de também ser pouca (AGROVALE, 2013).
- Irrigação por superfície: sistema que distribui a água por gravidade através da superfície do solo (ANDRADE e BRITO, 2006). Tem como principais vantagens: os custos fixos e operacionais são considerados baixos; utiliza equipamentos simples; não sofre efeito do vento; é possível a utilização da água com sólidos em suspensão; mão de obra não especializada. Principais desvantagens: depende de condições topográficas; a sistematização do solo tem que ser mais rigorosa; complexidade no manejo das irrigações; a distribuição de água não é muito eficiente; requer muita mão de obra e agride bastante o meio ambiente pelo risco de salinização (AGROVALE, 2013).
- Irrigação subterrânea ou subirrigação: sistema que mantém o lençol freático em uma determinada profundidade, que permite um fluxo de água apropriado à zona radicular da cultura (ANDRADE e BRITO, 2006). Suas principais vantagens: capacidade de irrigar os solos que apresentam alta taxa de infiltração; capacidade também de irrigar solos que apresentam baixa capacidade de reter água; pouquíssima mão de obra; não interfere em práticas culturais e fitossanitárias; requer pouca quantidade de água e energia. Principais desvantagens: exige condições naturais que nem sempre estão disponíveis, em específico a presença do lençol freático a uma curta profundidade do solo; não adequado para algumas culturas e requer solos e água sem riscos de salinização (SILVEIRA e STONE, 2007).

## 2.4 Vantagens e restrições para a implantação dos sistemas automatizados na irrigação

A irrigação automatizada é, basicamente, um sistema em que culturas, jardins, são irrigados em dias e horários pré-programados, com a duração de tempo determinado para atender às necessidades específicas de cada área e do tipo de vegetação. Após implantado, cessa a preocupação com a rega, pois tal serviço é executado automaticamente (FRIZZONE, 2011).

Existem inúmeras vantagens para se utilizar os sistemas de automação na irrigação, que estão relacionados do ponto de vista econômico e benefícios para a implantação (GORNAT E SILVA, 1990). Os quais podem ser citados:

- Economia de energia

As bombas para irrigações são de alta potências, baixa eficiência e requer constante manutenção. Ao automatizar o sistema, a operação da bomba é otimizada

e ocorre somente quando for necessária a irrigação, evitando a operação excessiva e desperdício dos sistemas.

- Redução da mão de obra

Com a aplicação de um sistema automatizado, são diversas atividades as quais podem ser substituídas por um comando e então reduzir a mão de obra e custo operacionais do sistema, como o acionamento e desligamento de bombas, abertura e fechamento de registros e válvulas, fertilização e ainda um controle sobre manutenção de equipamento.

- Economia de recursos hídricos

Quando existe o monitoramento do volume, ao definir o tempo correto de irrigação e ainda definir o volume de água ideal para alta qualidade do grão. Enfatizando ainda a não ocorrência do esvaziamento ou drenagem das tubulações após os eventos de irrigação.

- Economia de fertilizantes

Ao automatizar as operações de adubação, é possível um controle na quantidade de adubo, com maior precisão ao aplicar permitindo assim baixas concentrações. O monitoramento proporciona segurança e precisão, aos alimentos quanto aos fertilizantes.

São vantagens que juntamente com uma supervisão e controle adequado da cultura irrigada poderão proporcionar uma alta produtividade a um custo baixo somado a um aumento da lucratividade do produtor agrícola. Os sistemas de controle possibilitam rápidas tomadas de decisões baseadas em históricos de ocorrências.

Segundo Gornat e Silva (1990) ainda que os sistemas de automação irrigada tragam consigo inúmeras vantagens, este possui algumas restrições existentes na sua aplicação, como por exemplo:

- Custo elevado

A implantação de um sistema de controle irrigado requer um alto investimento para o agricultor, elevando assim o seu custo inicial que por sua vez restringe o acesso para algumas classes de agricultores.

- Mão de obra especializada

É um sistema que apresenta algumas complexidades e exigindo assim para a programação uma mão de obra qualificada e capacitada para aplicação e direcionamento de informações.

- Assistência técnica importada

Grande parte desse tipo de automação é importada de outros países, logo aparecem as dificuldades em reposição de peças e ajustes com os representantes empresarias para com os agricultores.

### 3 | METODOLOGIA

O método de pesquisa adotado, em função dos objetivos para com o trabalho, foi à realização de uma pesquisa exploratória, um estudo bibliográfico e um estudo de caso. O tipo de pesquisas exploratórias, segundo Gil (2010), têm propósitos de se familiarizar com o problema, buscando maior explicação, deixando mais claro e ainda elaborar hipóteses. Tem um planejamento "... bastante flexível, pois interessa considerar os mais variados aspectos relativos ao fenômeno estudado". Já o estudo bibliográfico, foi feito em vários sites e bibliografias conceituadas. É baseada em materiais publicados, impresso, como também os de fácil acesso na internet. Foi feito um estudo de caso, tipo de pesquisa comumente aplicada nas áreas sociais, utilizado quando a necessidade de analisar casos do cotidiano, apresentar a situação diante das investigações feitas e estabelecer hipóteses e soluções para os casos em análise (GIL, 2010).

A realização do estudo de caso foi através de dados colhidos do campo de futebol da UFERSA campus Mossoró, sobre o sistema automatizado de irrigação aplicado. Para a coleta dos dados foram feitas visitas ao local e contato com o professor Dr. Vladimir, responsável pelo projeto, que forneceu informações que caracterizavam as necessidades do trabalho.

### 4 | ESTUDO DE CASO: SISTEMA AUTOMATIZADO DE IRRIGAÇÃO NO CAMPO DE FUTEBOL DA UFERSA

Para realização da pesquisa, foi feita uma análise do sistema de irrigação automatizada do campo de futebol, desde a observação do funcionamento do método, componentes do sistema, dados do método convencional anteriormente aplicado e do atual.

#### 4.1 O princípio de funcionamento do sistema automatizado

O sistema é composto por um controlador que permite uma programação flexível para atender às diferentes necessidades da aplicação. Esse controlador poderá programar os dias de irrigação, o tempo necessário e em quantas vezes ao dia a grama ficará devidamente nutrida. Essas considerações são feitas a partir de estudos meteorológicos, avaliação dos solos e um conhecimento sobre o cultivo estudado.

O processo pode ser feito totalmente automatizado já que o controlador existente permite essa funcionalidade. Entretanto, o sistema atua de forma semiautomática, pois o reservatório utilizado não serve apenas para a irrigação do campo de futebol e sim para outros setores da universidade. Assim, faz-se necessário a presença de um operador para verificar o volume de água do reservatório para então acionar o sistema de irrigação, pois nem sempre há água e isso pode danificar todo o sistema como a

queima do motor, por exemplo.

O princípio de funcionamento é realizado de forma simples a partir da programação prévia do controlador. A válvula solenoide é um dispositivo que permite a passagem de fluido ou não quando acionada e tem seu funcionamento eletromagnético. Essa válvula, que é acionada pelo controlador, aciona a motobomba que faz a captação da água no reservatório e, através de tubos de PVC, divide o sistema em setores para o lançamento da água na superfície através dos aspersores. O controlador do sistema possui uma tensão pequena de 12V não sendo suficiente para ligar a motobomba que necessita de uma corrente maior. Nesse caso, é instalado um painel de acionamento de bomba que tem como função interligar o contador da bomba, a solenoide de abastecimento, a chave de ciclo do distribuidor ou inversor hidráulico e o disjuntor de sobrecarga da bomba ao controlador da máquina. O painel é trifásico com chaves comutadoras e converte a tensão pequena do controlador (12V) e transforma na tensão necessária de 220V.

Os aspersores são fixados a uma pequena profundidade do solo (embutidos) para não haver necessidade de retiradas constantes quando o campo estiver em uso. Quando o sistema é acionado, os aspersores emergem do solo e realizam a irrigação no tempo programado. Os tubos de PVC também são subterrâneos para comodidade do processo.

A irrigação é dividida em dois setores, irrigando cada metade do campo por vez. Foram instalados 12 aspersores em cada lado do campo com localizações definidas a partir das distâncias alcançadas pelas lâminas d'água e da pressão programada pelo sistema. O controlador aciona esses componentes e emite o sinal para a válvula do setor seguinte que abre a canalização.

#### 4.2 Definição do tempo de irrigação

O tempo necessário e a quantidade de água para a irrigação foi definido por vários estudos. O primeiro passo é a análise da planta. A grama apresenta elevada evapotranspiração e necessita de um alto volume de água para manter-se verde e pastosa. Foram realizados cálculos para determinar essa quantidade que dependem da evaporação do solo e o quanto a planta transpira.

A lâmina de água exigida será determinada com os resultados obtidos com a transpiração da grama, o potencial de acumulo de água no solo, a estação climatológica e o manejo do solo através de equipamentos que medem a umidade do solo. Com os dados é possível basear os milímetros de água necessários para a irrigação da grama e o nível de água por metro quadrado exigido ao dia.

O tempo necessário atual para a irrigação do campo de futebol da UFERSA é de duas horas por dia, porém devem ser levados em consideração os dias em que chove. Nesses dias é feito o controle e a verificação se a quantidade de água da chuva é suficiente ou não para irrigar o campo. Em alguns casos, quando as precipitações



são insuficientes, são feitas reprogramações para diminuir o tempo e a quantidade de água para irrigar o campo.

#### 4.3 Informações sobre o método convencional

Inicialmente a irrigação do campo era feita manualmente. O campo era setorizado em 4 partes distintas para melhor controle do processo. Eram instaladas as linhas (tubulações) em  $\frac{1}{4}$  do campo e efetuada a irrigação. O processo se repetia até que todo o campo estivesse irrigado. O sistema de irrigação era móvel e exigia dos operadores uma média de 1 hora para montagem do equipamento. Os operadores tinham que deslocar-se pelo campo fazendo as instalações das tubulações e dos aspersores, o que exigia uma necessidade de mão de obra excessiva e um consequente custo operacional.

#### 4.4 Comparação do investimento entre os dois métodos

A seguir serão expostos os itens necessários e seus respectivos preços, tanto para o sistema convencional de irrigação quanto para o sistema automatizado, a fim de comparação de investimento. O Quadro 1 mostra os itens e preços do sistema de irrigação convencional e o Quadro 2 contém os itens e preços do sistema automatizado.

Quantidade	Itens	Preço Total
16	Aspersores rotativos	400,00
22	Tubos PVC 100 mm PN40	2090,00
8	Tubos PVC 150 mm PN40	1080,00
6 metros	Tubos mangote flexível 200 mm PN40	180,00
1	Conjunto motobomba 7,5 cv	2600,00
1	Chave magnética monofásica	150,00
1	Filtro: 4"	800,00
1	Injetor Venturi	200,00
	Acessórios: engates para tubo PVC, tampão final de linha, curvas de 90°, válvula de pé com crivo, tês, luvas, braçadeiras, mangueiras flexíveis, cola...	400,00
<b>Total</b>		<b>7900,00</b>

Quadro 1 – Itens necessários para o sistema convencional de irrigação

Fonte: Autores (2014)

Quantidade	Itens	Preço Total
24	Aspersores tipo rotor emergente	1920,00
66	Tubos PVC 100 mm PN40	6270,00
16	Tubos PVC 150 mm PN40	2160,00
6 metros	Tubos mangote flexível 200 mm PN40	180,00
1	Conjunto motobomba 7,5 cv	2600,00
1	Controlador de irrigação	400,00
1	Filtro: 4"	800,00
1	Injetor Venturi	200,00
2	Válvulas com solenoide	240,00
1	Painel de comando para bomba de 7,5 cv	650,00
	Acessórios: tubos de subida do aspersor com engate, fios e componentes elétricos engates para tubo PVC, tampão final de linha, curvas de 90°, válvula de pé com crivo, tês, luvas, braçadeiras, mangueiras flexíveis, cola...	600,00
<b>Total</b>		<b>16020,00</b>

Quadro 2 – Itens necessários para o sistema de irrigação automatizado

Fonte: Autores (2014)

Analisando o Quadro 1 e 2, pode-se constatar que o investimento necessário para o sistema de irrigação automatizado é bem maior em relação ao sistema convencional. Porém, o sistema automatizado tornou-se viável, tendo em vista os vários benefícios que este proporcionou: mão-de-obra mínima, economia de água e energia.

Pelo fato de que o sistema de irrigação convencional precisava ser montado e desmontado em cada setor diariamente, os equipamentos acabavam desgastando e marcando o gramado. Outro fator importante era o alto índice de depreciação dos equipamentos utilizados, pois as intensas movimentações e, em alguns casos, a falta de cuidado com o manejo dos equipamentos acabavam por torná-los rejeitáveis. Em relação ao tempo, a instalação do sistema de irrigação móvel era muito demorada. Já o sistema automatizado é simples e de fácil interface; é totalmente instalado; o acionamento se dar de forma instantânea; há necessidade de mão de obra somente para programação do controlador e manutenção e o sistema é totalmente confiável.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise, na qual foram verificados vários aspectos que caracterizam o sistema de irrigação no campo de futebol, foi possível obter um contato maior com um tipo de automação aplicada. Notou-se que o funcionamento do sistema se dá de maneira simples e que o princípio se mantém constante em todas as situações para irrigação automatizada do tipo aspersão, o que pode variar é o investimento nos

equipamentos e implementos conforme a necessidade de cada projeto. Ao comparar os custos de investimento do método convencional e do automatizado, percebe-se uma diferença considerada. Porém, os ganhos com o sistema automatizado são indiscutíveis.

Em relação ao sistema não operar de maneira totalmente automatizada, pelo fato de não dispor de um reservatório para realizar a atividade, propõe-se que a universidade construa e disponibilize uma cisterna para o abastecimento de água para a irrigação do campo.

Pode-se constatar, a partir desta e outras experiências, que o campo de atuação do engenheiro abrange um leque de segmentos e que na área em questão (automação) não existem limitações para implementação de sistemas automatizados.

## REFERÊNCIAS

AGROVALE. **Métodos de irrigação**. 2013. Disponível em: <<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:cu7RBhXDNB0J:www.codevasf.gov.br/curso-manejo-de-agua-e-solo-nos-perimetros-irrigados/apresentacao-8-agrovale-profo-vinicius-parte-2.pdf+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>>. Acesso em: 28 Dez. 2013.

ANDRADE, Camilo de Lelis Teixeira de; BRITO, Ricardo A. L. **Métodos de irrigação**. 2006. Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho\\_2ed/imetodos.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_2ed/imetodos.htm)>. Acesso em: 16 Jan. 2014.

CARVALHO, A. G. S. et al. **Sistema de automação de irrigação**. 2013. Disponível em: <[http://unicastelo.br/epginic/arquivos/anais/epg/ciencias\\_agrarias/159%20-%20EPG296.pdf](http://unicastelo.br/epginic/arquivos/anais/epg/ciencias_agrarias/159%20-%20EPG296.pdf)>. Acesso em: 02 Jan. 2014.

FOLEGATTI, Marcos Vinícius. **Irrigação por aspersão**. 2013. Disponível em: <[http://www.leb.esalq.usp.br/disciplinas/Folegatti/leb1571/06\\_aspersao.pdf](http://www.leb.esalq.usp.br/disciplinas/Folegatti/leb1571/06_aspersao.pdf)>. Acesso em: 27 Dez. 2013.

FRIZZONE, José Antônio. **Irrigação localizada**. 2013. Disponível em: <<http://www.leb.esalq.usp.br/disciplinas/Folegatti/leb1571/Irrigacao%20localizada.pdf>>. Acesso em: 29 Dez. 2013.

FRIZZONE, José Antônio. **Os métodos de irrigação**. 2011. Disponível em: <<http://www.abraman.org.br/Arquivos/41/41.pdf>>. Acesso em: 15 Jan. 2014.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GORNAT, B.; SILVA, W. L. C. **Sistemas de Controle e Automação da Irrigação**. ITEM - Irrigação e Tecnologia Moderna. ABID, Brasília, DF, V.41, abril, 1990.

MELLO, Jorge L. P; SILVA, Leonardo D. B. **Irrigação**. 637 p. Apostila. 2006. UFRRJ.

NETO, Ladislau Martin. **A automação agropecuária**. 2013. Disponível em: <<http://www.canaldoprodutor.com.br/agricultura-precisao/artigo-a-automacao-agropecuaria/#sthash.V20f6xPB.dpuf>>. Acesso em: 03 Jan. 2014.

PINTO, Fábio da Costa. **Sistema de automação e controle**. 2005. Disponível em: <<http://www.abraman.org.br/Arquivos/41/41.pdf>>. Acesso em: 15 Jan. 2014.

SILVEIRA, Pedro Marques da; STONE, Luís Fernando. **Subirrigação**. 2007. Disponível em: <<http://>>

[www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia4/AG01/arvore/AG01\\_12\\_1311200215101.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia4/AG01/arvore/AG01_12_1311200215101.html)>. Acesso em: 17 Jan. 2014.

TESTEZLAF, Roberto. **Irrigação: Métodos, Sistema e Aplicações**. UEC. Faculdade de Engenharia Agrícola. Março, 2011.

## PANORAMA DA ÁGUA PRODUZIDA DA INDÚSTRIA DO PETRÓLEO NO ESTADO DE SERGIPE/BRASIL

### **Roberto Oliveira Macêdo Júnior**

Universidade Federal de Sergipe, Ciência da Propriedade Intelectual.

Aracaju – Sergipe.

### **Fabiane Santos Serpa**

Universidade Tiradentes, Instituto Tecnologia e Pesquisa.

Aracaju – Sergipe.

### **Gabriel Francisco da Silva**

Universidade Federal de Sergipe, Núcleo de Engenharia de Petróleo.

Aracaju – Sergipe.

### **Denise Santos Ruzene**

Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Engenharia Química.

Aracaju – Sergipe.

### **Daniel Pereira da Silva**

Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Engenharia de Produção.

Aracaju – Sergipe.

**RESUMO:** Nas atividades de exploração e produção de óleo e gás a maioria das reservas são formadas naturalmente por água, óleo, gás, impurezas e contaminantes. Durante esse processo de exploração e produção dessas reservas são produzidas elevadas quantidades de água contaminada (água produzida) consideradas como resíduos ou efluentes que, em processos posteriores, são

separadas do óleo e do gás, processada em unidades de tratamento e condicionadas para descarte, reuso ou reinjeção em reservatórios. Em Sergipe ocorre uma elevada extração de água produzida, pois a maioria dos campos de exploração são considerados campos maduros, onde são reservas exploradas há um certo tempo e que já está comprovado que ao longo do tempo de exploração a produção de óleo e gás é inversamente proporcional a geração de água produzida. No estado de Sergipe empresas exploram e produzem óleo, gás e água, onde fração dessa corrente (óleo e emulsão água/óleo) é repassada para a única empresa, que realiza o processamento dessa corrente, a Petrobras (Petróleo Brasileiro S.A.). **PALAVRAS-CHAVE:** Água Produzida, Geração, Tratamento, Cenário.

**ABSTRACT:** In exploration and production of oil and gas activities most of the reserves are formed naturally by water, oil, gas, impurities and contaminants. During this process of exploration and production of these reserves are produced high amounts of contaminated water (produced water) considered that waste or, in later processes, are separated from the oil and gas processed in processing units and conditioned for disposal, reuse or reinjection into reservoirs. In Sergipe there is a high produced water extraction, because most farm fields are

considered mature fields, which are explored reserves for some time and is already proven that over the operating time the production of oil and gas is inversely proportional to the produced water generation. In the state Sergipe companies exporting and producing oil, gas and water, where fraction of this current (oil and water/oil emulsion) it is passed on to the only company that performs the processing of that chain, Petrobras (Petroleo Brasileiro S.A.).

**KEYWORDS:** Produced water, generation, treatment, scenery.

## 1 | INTRODUÇÃO

A água produzida é um subproduto indesejável que está sempre presente nas extrações de óleo e gás (MORAES et al. 2004; DURREL et al. 2006; OLIVEIRA et al. 2011). Além disso, a água produzida é uma das principais fontes de efluentes, tanto em volume quanto em contaminação, geradas na indústria petrolífera (UTVIK, 1999; LU et al. 2006; SILVA et al. 2012).

O volume de água na produção de óleo e gás é crescente em virtude da maturação das reservas. Geralmente os campos produtores de petróleo produzem pequena quantidade de água no início da produção podendo atingir 90% do volume total extraído do poço, quando o campo se encontra no seu estágio final de produção econômica (campo maduro) (ANDRADE et al. 2010; SENNA, 2011; BATISTA, 2016)

A disposição final inadequada para a água produzida implica principalmente em efeitos nocivos ao meio ambiente, por conseguinte em penalidades jurídicas (THOMAS, 2001). Existem padrões exigidos para descarte e reuso por parte do governo através das legislações nacionais ou da própria indústria que nesses casos são mais restritos com intuito de evitar notificações e multas (MACÊDO-JÚNIOR, 2013).

Neste sentido o presente trabalho propõe apresentar de forma exploratória e qualitativa o cenário da geração e tratamento da água produzida das empresas de petróleo do estado de Sergipe, bem como evidenciar a importância do assunto dentro do panorama das indústrias de petróleo e gás e meio ambiente.

## 2 | PROCESSOS METODOLÓGICOS

Para realização deste trabalho foram utilizadas as metodologias de pesquisa exploratória e qualitativa. Pesquisa exploratória é a investigação de um produto ou processo em estudo que possui poucos conhecimentos científicos (BOENTE; BRAGA, 2004) e qualitativa é a pesquisa que não apresenta resultados em forma de números, na qual pretende verificar a relação da realidade do produto ou processo de estudo, obtendo explicações de uma análise indutiva por parte do pesquisador (RAMOS et al., 2005; GIL, 2007).

Com base nessas informações foi realizado um levantamento da geração e tratamento da água produzida no estado de Sergipe com intuito de avaliar o panorama



desse efluente. Foram consultados especialistas como técnicos engenheiros e consultores no estado que atuam direta ou indiretamente com a geração e tratamento de água produzida.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo Agência Nacional de Petróleo – ANP (2018) a produção média/dia de água produzida até Julho/2018 no estado de Sergipe foi de aproximadamente 32Mm<sup>3</sup>/dia, sendo que 98% desse total são geradas nos campos terrestres e 2% nos campos marítimos. Essa superior diferença é em função da quantidade de poços perfurados, 2057 nos campos terrestres e 93 nos campos marítimos .

Observou-se a escassez de informação na literatura aberta com informações relevantes sobre geração e tratamento da água produzida dos campos (*on-shore* – terrestre e *off-shore* - marítimo) em Sergipe. Os resultados da pesquisa com especialistas foram limitadas em virtude da não autorização para divulgação.

No estado de Sergipe somente a Petrobras utiliza tecnologias avançadas para tratamento da água produzida, reduzindo seus contaminantes a níveis adequados para disposição final ou reuso. Características da água produzida, análises laboratoriais, limites máximos permitidos, volumes gerados, volumes tratados, volumes descartados e volumes reinjetados são informações sigilosas e não autorizado publicação.

Atualmente, na Petrobras a água produzida tratada tem como disposições finais duas alternativas, 01) descarte no mar obedecendo a legislação brasileira e os padrões mais restritivo dentro da Petrobras; 02) reinjeção nos poços produtores que também obedece um padrão para esta finalidade. Vale ressaltar que existem empresas de perfuração que utilizam a água produzida nos seus processos, uma vez que não precisa de qualidade expressiva, com intuito de reduzir custos com água potável.

Outra informação relevante é que empresas de petróleo do estado negociam com a Petrobras para tratamento e descarte da água produzida geradas, na fração óleo mais emulsão (óleo/água) existe um limite máximo para o BSW (basic sediments and water) acordado em contrato.

Não foi possível mensurar a quantidade efetiva de empresas que atuam na exploração e produção de óleo e gás no estado de Sergipe, pois parte dessas empresas são consórcios onde junto a ANP são cedidas concessões que podem ser operadas por outras empresas.

### 4 | CONCLUSÃO

Baseado nos escassos documentos da literatura aberta e nas informações coletadas junto a especialistas sobre água produzida no estado de Sergipe é possível afirmar que a água produzida é um efluente inerente e com grande importância para as indústrias de petróleo, devido à preocupação com o cumprimento das legislações para

descarte e possíveis reusos após tratamentos evidenciando os aspectos econômicos e ambientais. Foi observada a carência de tecnologias para tratamentos eficientes da água produzida, apresentando potencial econômico para reinjeção em poços aumentando a produção das reservas de petróleo, além de um setor amplo e propício para o empreendedorismo dentro do contexto.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, V. T.; ANDRADE, B. G.; COSTA, B. R. S.; PEREIRA, O. A.; DEZOTTI, M. **Toxicity assessment of oil field produced water treated by evaporative processes to produce water to irrigation**. *Water Science and Technology*, v. 62, p. 693 – 700, 2010.

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO - ANP. **Dados estatísticos da produção anual de petróleo e gás natural**. Disponível em [www.anp.gov.br/dados-estatisticos](http://www.anp.gov.br/dados-estatisticos), acessado em 30/07/2018.

BATISTA, P. B. M. **Barreiras econômicas na exploração em terra de campos maduros e marginais: Caso da bacia Potiguar**. 2016. Dissertação (Mestrado em Energia). Universidade de São Paulo. São Paulo.

BOENTE, Alfredo; BRAGA, Gláucia. **Metodologia científica contemporânea**. Rio de Janeiro: Brasport, 2004.

DUREL, G. S.; UTVIK, T. I. R.; JOHNSEN, S.; FROST, T. K.; NEFF, J. M. **Oil well produced water discharges to the North Sea. Part I: Comparison of deployed mussels (*Mytilus edulis*), semi-permeable membrane devices, and the DREAM model predictions to estimate the dispersion of polycyclic aromatic hydrocarbons**. *Advances in Environmental Research*, v. 62, p. 194–223, 2006.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

MACÊDO-JÚNIOR, R. O. **Avaliação de resíduos agro-industriais (sabugo do milho) no tratamento da água produzida**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos) – Universidade Tiradentes, Aracaju.

MORAES, J. E. F.; QUINA, F. H.; NASCIMENTO, C. A. O.; SILVA, D. N.; FILHHO, O. C. **Treatment of saline wastewater contaminated with hydrocarbons by the photo-fenton process**. *Environmental Science & Technology*, v. 38, p. 1183-1187, 2004.

LU, J.; WANG, X.; SHAN, B.; LI, X.; WANG, W. **Analysis of chemical compositions contributable to chemical oxygen demand (COD) of oilfield produced water**. *Chemosphere*, v. 62, p. 322–331, 2006.

OLIVEIRA, E. P.; YANG, L.; STURGEON, R. E.; SANTELLI, R. E.; BEZERRA, M. A.; WILLIE, S. N.; CAPILLA, R. **Determination of trace metals in high-salinity petroleum produced formation water by inductively coupled plasma mass spectrometry following on-line analyte separation/preconcentration**. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, v. 26, p. 578–585, 2011.

RAMOS, P.; RAMOS, M. M.; BUSNELLO, S. J. **Manual prático de metodologia da pesquisa: artigo, resenha, projeto, TCC, monografia, dissertação e tese**. Blumenau: Acadêmica Publicações. 2003.

SENNA, B. D. **Estudo da viabilidade econômica em campos maduros**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Petróleo) – Universidade Federal do rio Grande do Norte, Natal.

SILVA, S. S.; CHIAVONE-FILHO, O.; BARROS-NETO, E. L.; NASCIMENTO, C. A. O. **Integration of**

**processes induced air flotation and photo-fenton for treatment of residual waters contaminated with xylene.** Journal of Hazardous Materials, v. 199–200, p. 151–157, 2012.

THOMAS, J. E. **Fundamentos de Engenharia de Petróleo**, 2<sup>a</sup>. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2001.

UTVIK, T. I. R. **Chemical characterisation of produced water from four offshore oil production platforms in the North Sea.** Chemosphere, v. 39, p. 2593–2606, 1999.

## A FORMAÇÃO DAS PRÁTICAS ASSOCIATIVAS E A SUA RELAÇÃO COM A POLÍTICA ESTADUAL DE AGROINDÚSTRIAS FAMILIARES DE PEQUENO PORTE DE PROCESSAMENTO ARTESANAL DO RS

**Giovana Bianchini**

Instituto Federal do Rio Grande do Sul-Campus  
Bento Gonçalves

Gestão-Produção e Logística

**Onorato Jonas Fagherazzi**

Instituto Federal do Rio Grande do Sul-Campus  
Bento Gonçalves

Hospedagem. Agronomia. Licenciaturas. Enologia.  
Ensino Médio.

**RESUMO:** A pesquisa teve como objetivo geral analisar a formação das práticas associativas no processamento artesanal de alimentos na Região da Quarta Colônia de Imigração Italiana do RS. Quais são as práticas associativas efetivadas para a obtenção dos insumos, para a constituição do mix de produtos, como ocorrem as parcerias de produção e de vendas, de que forma são estabelecidas as projeções para a produção artesanal de alimentos e a sua perspectiva à comercialização e se as políticas públicas influenciam para a formação dessas práticas? Para a coleta de dados, foi utilizada uma entrevista semiestruturada aplicadas por acessibilidade em 20 unidades de processamento artesanal de alimentos (18 informais e duas formais) caracterizadas como agroindústrias familiares de pequeno porte de processamento artesanal Art.2º, Inciso I (PEAF-Lei 13.921, de 17 de janeiro de 2012),

que processam artesanalmente alimentos como: farináceos, embutidos, laticínios, sucos e bebidas. A análise dos dados deu-se pela técnica de Análise de Conteúdo de Bardin (1977). Conclui-se que as práticas associativas não decorrem dos incentivos públicos à união de esforços porque a produção é arraigada nos limites de manufatura dentro da unidade familiar, a projeção de produção e vendas ocorre em função da prática de mercado do agricultor familiar, pela manufatura no limite da capacidade de produção, pela venda direta ao consumidor final, pela venda ocorrer *in loco* nas agroindústrias, diretamente ao consumidor final e pelo Programa de Aquisição de Alimentos, que permite um auxílio financeiro à agricultura familiar.

**PALAVRAS-CHAVE:** práticas associativas; política estadual; agroindústrias familiares

**ABSTRACT:** The main objective of the research was to analyze the formation of associative practices in food processing in the Region of the Fourth Colony of Italian Immigration of RS. What are the associative practices implemented to obtain the inputs, for the constitution of the product mix, how are the production and sales partnerships, how are the projections for artisanal food production and their prospects for the commercialization and if public policies influence the formation of these practices? For

the data collection, a semi-structured interview was applied for accessibility in 20 food processing units (18 informal and two formal) characterized as small-scale family-run artisanal processing industries Art.2º, Section I (PEAF-Law 13,921 , of January 17, 2012), which process foods such as: farináceos, sausages, dairy products, juices and beverages. The analysis of the data was given by the technique of Content Analysis of Bardin (1977). It is concluded that associative practices do not derive from the public incentives to the union of efforts because the production is rooted in the limits of manufacture within the family unit, the projection of production and sales occurs due to the market practice of the familiar farmer, by the manufacture in the production capacity, direct sales to the final consumer, the sale occurs in loco in the agroindustries, directly to the final consumer and the Food Acquisition Program, which allows financial assistance to family agriculture.

**KEYWORDS:** associative practices; state policy; family agroindustries

## 1 | INTRODUÇÃO

Em 1994, o Governo Federal instituiu a Classificação Nacional de Atividade Econômica - CNAE, que incluiu, entre outros, a agroindústria como uma atividade social e privada e para que o poder público colaborasse à formalização das unidades familiares de processamento artesanal de alimentos. No dia 17 de janeiro de 2012 foi criada a Lei estadual 13.921 que instituiu a Política Estadual da Agroindústria Familiar (PEAF), no Estado do RS, como observado na Figura 01. Para a continuidade ao processo de formalização dessas unidades, o Governo do Estado do RS instituiu o Decreto 49.341, de 05 de julho de 2012, que criou o Programa de Agroindústria Familiar para novamente institucionalizar o selo “Sabor Gaúcho”. Contudo, para que o poder público atingisse tal objetivo, houve a necessidade da criação do Decreto 49.948, de 12 de dezembro de 2012, para que fosse regulamentada a PEAF no Estado do Rio Grande do Sul, somente instituída pela Lei 13.921, como pode ser observado na Figura 01.

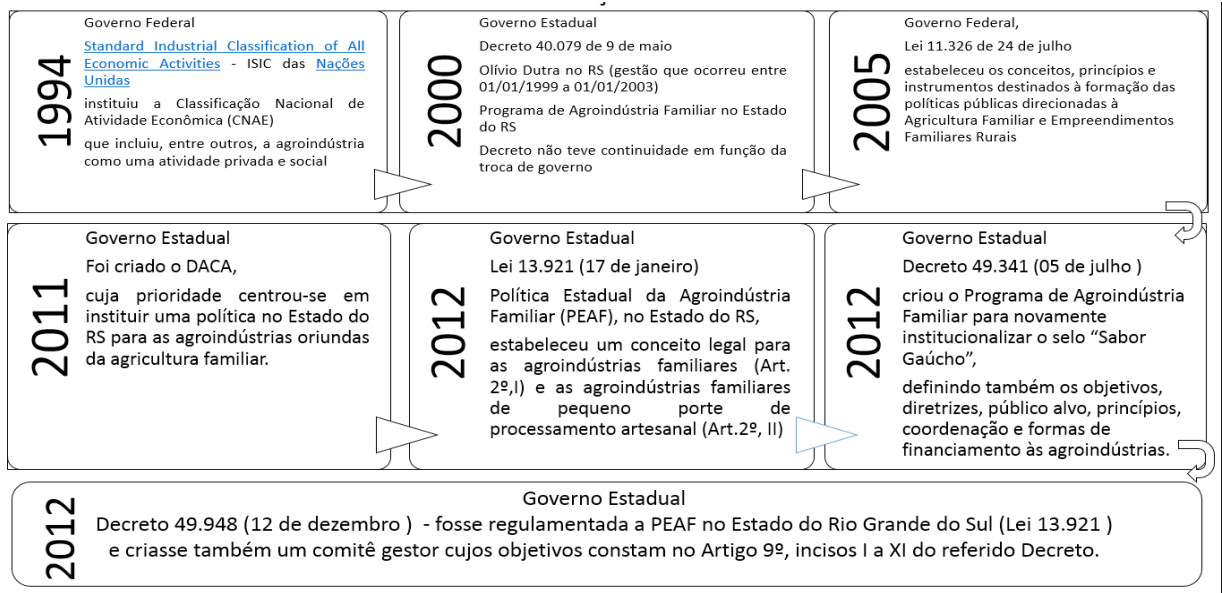


Figura 01 – Evolução histórica das Leis e Decretos às agroindústrias de estrutura familiar

Fonte: Elaborado pela autora, 2015

Uma das questões fundamentais era que a política estabelecida pela Lei 13.921 deveria ser debatida por um comitê deliberativo e consultivo, no qual o número de representantes do poder público deveria ser igual ao número de pessoas da sociedade civil, representando os agricultores familiares, para que os mesmos participassem na orientação dessa política. Nesse contexto, o Estado do RS buscava reformular as agroindústrias para que as mesmas, sob uma situação formal, pudessem ser favorecidas pelos benefícios oferecidos pela PEAf a esse segmento.

A mesma estabeleceu um conceito legal as mesmas como sendo de pequeno porte e atividades artesanais. Tal Política estabeleceu um conceito legal definindo em seu Artigo 2º, inciso I – agroindústria familiar o empreendimento de propriedade ou posse de agricultor(es) familiar(es) sob gestão individual ou coletiva, localizado em área rural ou urbana, com a finalidade de beneficiar e/ou transformar matérias-primas provenientes de explorações agrícolas, pecuárias, pesqueiras, aquícolas, extrativistas e florestais, abrangendo desde os processos simples até os mais complexos, como operações fiscais, químicas ou biológicas e em seu inciso II – “agroindústrias familiares de pequeno porte de processamento artesanal” como sendo os estabelecimentos agroindustriais com pequena escala de produção dirigidos diretamente por agricultor(es) familiar(es) com meios de produção próprios ou mediante contrato de parceria, cuja produção abranja desde o preparo da matéria-prima até o acabamento do produto, seja realizada com o trabalho predominantemente manual e que agregue aos produtos características peculiares, por processos de transformação diferenciados que lhes confirmem identidade, geralmente relacionados a aspectos geográficos e histórico-culturais locais ou regionais.

Com a finalidade de agregação de valor à produção agropecuária, à atividade pesqueira e à aquicultura e ao extrativismo vegetal, com vista ao desenvolvimento



rural sustentável, à promoção da segurança alimentar e nutricional da população, ao incremento à geração de trabalho e renda das famílias que atuam na agricultura familiar, o cadastro dos agricultores familiares e a formalização das agroindústrias familiares e das agroindústrias familiares de pequeno porte de processamento artesanal, o Estado do Rio Grande do Sul, por meio da SDR, instituiu a PEAf no Estado do RS (Lei 13.921) cuja estrutura e objetivos pode ser observada na Figura 01.

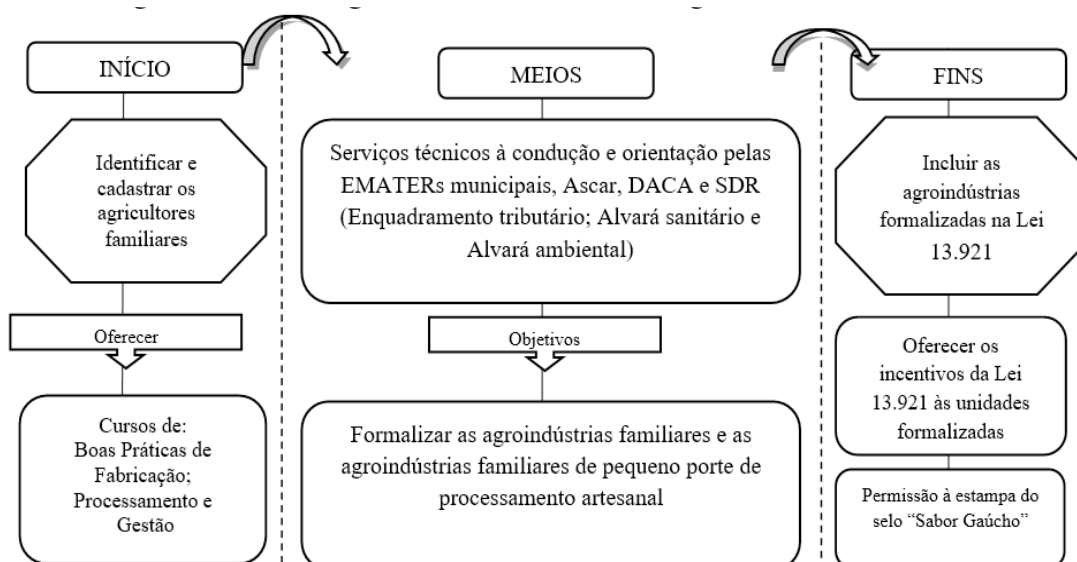


Figura 01 – Estrutura geral da Política Estadual de Agroindústria Familiar

Nesse contexto, a Política, por seus objetivos, busca aumentar a oferta de produtos processados em quantidade e qualidade nutricional e sanitária; a redução dos desequilíbrios regionais, sociais e ambientais; o fortalecimento das ações de combate e de erradicação da fome e da pobreza no meio rural; o desenvolvimento das atividades sustentáveis ambientais, sociais, culturais e econômicas; o fomento à implantação, a regularização e o desenvolvimento de agroindústrias familiares em todas as regiões do Estado; a ampliação, recuperação, fortalecimento e/ou modernização das unidades agroindustriais familiares já instaladas e em desenvolvimento, cuja estrutura pode ser observada na Figura 01.

Conforme apresentado na Figura 01, a PEAf visa, inicialmente, identificar e cadastrar os agricultores familiares que se caracterizam como microprodutores rurais e oferecer a esse público três cursos de capacitação. Às agroindústrias, a PEAf oferece serviços técnicos na área tributária, sanitária e ambiental para que as unidades de processamento artesanal de alimentos possam ser formalizadas, receber os benefícios da Lei 13.921 e estamparem o selo de certificação de qualidade alimentar “Sabor Gaúcho”.

A esses objetivos, conforme a Lei 13.921, Art. 4º, incisos I ao XXIII, somam-se a contribuição pela PEAf para a organização dos agricultores familiares na forma cooperativada, associativa, especialmente em redes e outros empreendimentos da economia popular e solidária; o incremento da renda do público destinatário, mediante

a agregação de valor aos produtos agrícolas, pecuários, pesqueiros, florestais e outros obtidos por meio de produção planejada ou extrativista; a criação das condições para o acesso ao mercado consumidor, incentivando a logística eficiente e ambientalmente sustentável, estimulando, preferencialmente, a existência de cadeias curtas e a comercialização direta ao consumidor final.

Com relação aos benefícios sociais, a Lei 13.921 visa, também, proporcionar a criação e a manutenção de oportunidades de trabalho no meio rural, incentivando a permanência do agricultor em sua atividade, com ênfase aos jovens e às mulheres, com vista à sucessão dos estabelecimentos rurais; possibilitar a otimização do uso dos recursos humanos e naturais existentes nos estabelecimentos rurais; propiciar a capacitação e o acesso à formação do público destinatário em todas as etapas da cadeia produtiva, da produção ao consumo.

Conforme informações obtidas no relatório da 10<sup>a</sup> Feira Latino Americana de Economia Solidária - ECOSOL e 21<sup>a</sup> Feira Internacional de Cooperativismo – FEICOOP, realizada em 5 de julho de 2014, sobre a avaliação de onde estão as potencialidades sociais e econômicas para o desenvolvimento do Estado do Rio Grande do Sul, nas Regiões Funcionais Metropolitana, Vale dos Sinos, Paranhama, Serra, Campanha, Fronteira Oeste, Central, Missões, Norte e Produção, Sul e Litoral, as agroindústrias de estrutura familiar aparecem em primeiro lugar como potencialidades ao desenvolvimento econômico e social dessas regiões, apenas perdendo posição e ficando em terceiro lugar nas regiões dos vales do Rio Pardo e do Rio Taquari, onde foram ultrapassadas pelas potencialidades de reciclagem e de serviços.

A pesquisa se justifica em função não somente pela importância econômica das agroindústrias de estrutura familiar, que tomando por base o Censo Agropecuário (2006),

Foram identificados 4.367.902 de estabelecimentos da agricultura familiar, o que representa 84,4% dos estabelecimentos brasileiros. Este numeroso contingente de agricultores familiares ocupava uma área de 80,25 milhões de hectares, ou seja, 24,3% da área ocupada pelos estabelecimentos agropecuários brasileiros. A implantação de agroindústrias familiares no meio rural constitui-se, nesse sentido, em uma alternativa aos agricultores para o desenvolvimento das famílias e ao combate ao êxodo rural.

Mas também, segundo a concepção de Prezotto (2002, p.133),

A agroindústria familiar é apontada como uma das alternativas para a reversão das consequências sociais desfavoráveis no meio rural. Tendo no meio rural não mais apenas atividades exclusivamente agrícolas, a agroindústria familiar pode impulsionar a geração direta e indireta de novos postos de trabalho e de renda aos agricultores familiares, promovendo sua (re) inclusão social e econômica.

Porém, apesar de incentivos legais e do apoio técnico, apenas 16% das agroindústrias de estrutura familiar, de uma população de mais de 100 agroindústrias na Quarta Colônia de Imigração Italiana do RS, aderiram à PEA. Isso gerou uma demanda de estudá-las para fortalecê-las.

Como vimos, em oposição a uma lógica de mercado industrial, ao ser a

produção agroindustrial essencialmente artesanal, o associativismo poderia ser uma estratégia vantajosa a esses empreendedores? O associativismo entre as diferentes agroindústrias poderia trazer um fortalecimento a uma nova rede de cooperação entre diferentes organizações de uma mesma localidade? Como ele poderia germinar entre esses agentes de produção? Tendo essas questões como norte, o presente artigo inicia expondo o método da presente pesquisa a ser aplicada para o estudo das agroindústrias da Quarta Colônia de Imigração Italiana do RS. Em sua segunda parte, explicita a agricultura familiar no contexto do desenvolvimento rural. E, por fim, defende o associativismo nas agroindústrias familiares de pequeno porte de processamento artesanal naquela região em questão, a fim de colaborar com o fortalecimento das mesmas.

A pesquisa abrangeu os nove municípios constituintes da Região da Quarta Colônia de Imigração Italiana no RS: Pinhal Grande, Nova Palma, Ivorá, Faxinal do Soturno, Dona Francisca, Agudo, Silveira Martins, São João do Polêsine e Restinga Seca, conforme apresentado na Figura 01.

O critério para a seleção das entrevistas buscou de forma concomitante o enquadramento dos entrevistados como “agricultores familiares” - art. 3º da Lei 11.326 - e que possuísem uma “agroindústria familiar de pequeno porte de processamento artesanal” – Lei 13.921, art. 2º, II.

As entrevistas foram realizadas *in loco*, diretamente com os agricultores familiares envolvidos no processamento artesanal de alimentos localizados na Região mencionada e teve como método de tratamento dos dados a técnica de análise de conteúdo (Bardin, 1977).

O Brasil presenciou, nos últimos 20 anos, o nascimento, através das lutas por reconhecimento, de uma agricultura familiar que permanecia à sombra do capitalismo. Conforme Wanderley (2000), a forte demanda por terra, realizada pelos movimentos sociais rurais, fez surgir, pela reforma agrária e pelo primeiro “Grito da Terra”, que ocorreu, inicialmente, em 1994 e teve por objetivo unificar as lutas dos trabalhadores e das trabalhadoras rurais de todo o País, uma revalorização do meio rural que permitiu, pela primeira vez na história, perceber a agricultura familiar como um ator social.

A esse conjunto de transformações somam-se os trabalhos de Lamarche (1993), que aprofundou as análises sobre a estrutura familiar dos estabelecimentos agrícolas e as suas formas de condução apoiando-se na tipologia exclusivamente construída pelos elementos que medem a eficiência técnico-produtiva dessas unidades e também pelas contribuições de Oliveira (2007), no estudo do modo de produção capitalista, agricultura e reforma agrária; de Abramovay (1998), no estudo da agricultura familiar e desenvolvimento territorial entre outros.

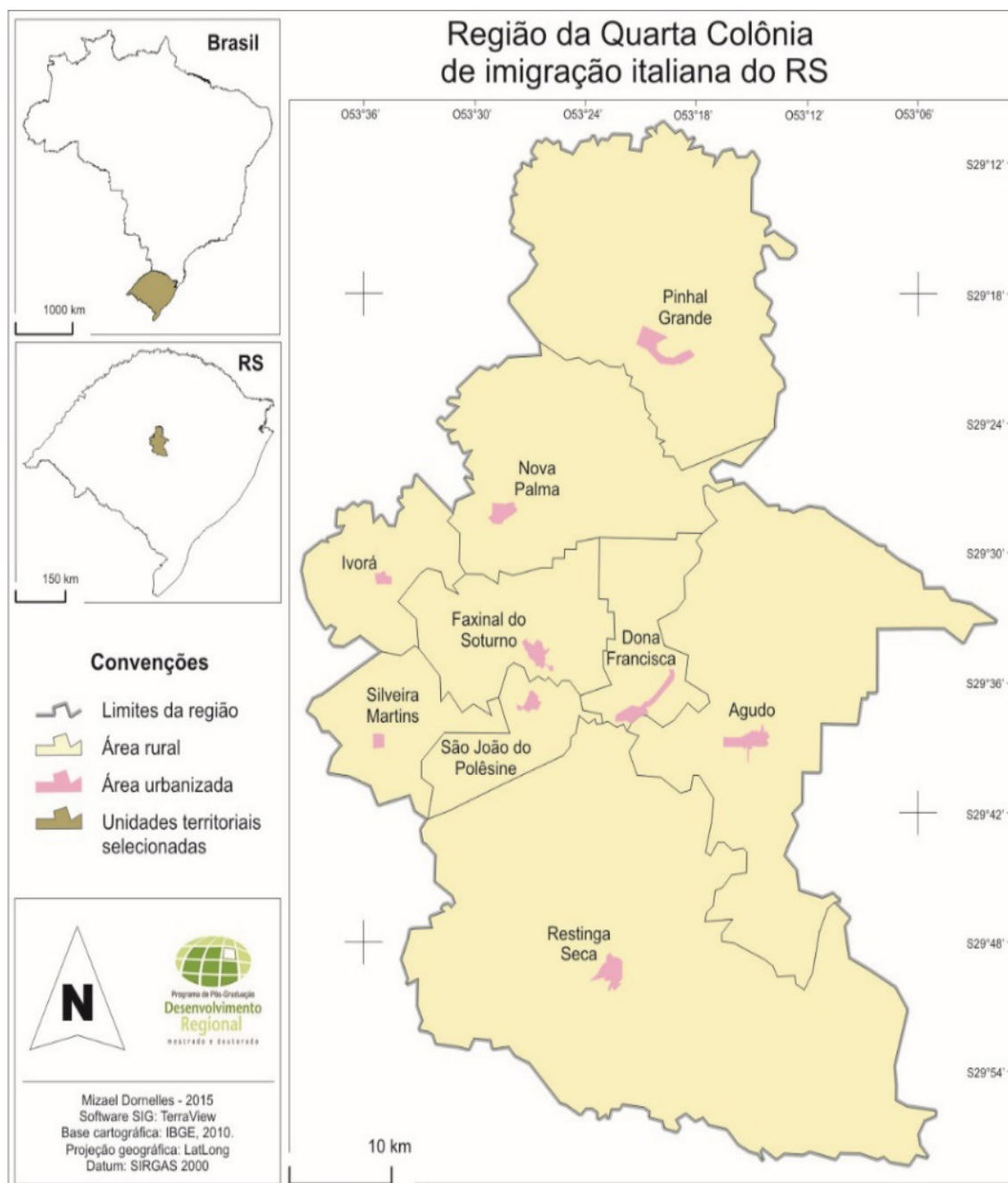


Figura 01 – Região de abrangência da pesquisa

Fonte: Dornelles (2015), a partir do IBGE e da FEE.

## 2 | A AGRICULTURA FAMILIAR NO CONTEXTO DO DESENVOLVIMENTO RURAL

Segundo Niederle, Fialho e Conterato (2014), o ano de 2014 conferiu à agricultura familiar uma ótica internacional à sua discussão, permitindo a esse segmento uma intensa gama de reflexões analíticas e políticas sobre o passado, o presente e o futuro da agricultura familiar e do mundo rural. Porém, as discussões apresentadas não somente analisam as propostas estaduais a magnitude das mudanças percebidas, mas a importância da permanência da agricultura familiar para o meio rural e para absorver o *modus operandi* das diferentes estruturas sociais que permanecem nesse meio e que dele sustentam as suas unidades familiares e, a partir delas, estabelecem expectativas de melhoria da sua qualidade de vida.

Segundo Wanderley (2000, p. 2),

Os agricultores familiares anteriormente eram vistos como os pobres do campo, produtores de baixa renda ou pequenos agricultores. Hoje, os agricultores familiares são percebidos como sendo portadores de uma outra concepção de agricultura diferente e alternativa à agricultura latifundiária e patronal dominante no país.

Essas coletividades, propiciadas pela ligação com a agricultura familiar, são também representativas de uma cultura transmitida que apoia as ações sociais, econômicas, políticas, espaciais e que configuram e permitem a identificação de traços familiares no interior dos próprios espaços rurais e que, por sua dinâmica, transformam os aspectos físicos da paisagem e das relações sociais locais. Conforme Schneider (2003, p.105), “é nas famílias que estão estabelecidos os laços de referência ao patrimônio agrário em que concretizam sua influência e dinamismo nessa atividade e que por ela possibilitam inicialmente o meio pela qual sobrevivem”.

Nesse sentido, a intensidade do dinamismo social rural é diretamente relacionada às áreas em que predomina a agricultura familiar, porém, dependendo de atrativos que mantenham esse contingente no meio rural tendo, como destaque, a presença das atividades correlatas desenvolvidas pelas agroindústrias de estrutura familiar que se desenvolveram a partir de uma oferta de insumos já existente nas propriedades rurais desses núcleos familiares.

Para Schneider e Triches (2010), também se associa ao protagonismo dos agricultores familiares a diversificação do repertório de ações no ambiente, nesse sentido, a pluriatividade tem se revelado como uma das alternativas recorrentes à manutenção no meio. Porém, a análise sobre o desenvolvimento do meio rural não pode estar centrada somente no escopo da produção agrícola, uso de recursos, entre outros. A introdução do tema sobre a agroindustrialização, como uma alternativa à complementação de renda às famílias ligadas à agricultura familiar, está relacionada à percepção das mudanças nos mercados exclusivamente agrícolas e ao crescente incentivo de programas governamentais direcionados à melhoria de vida no meio rural, em função dos investimentos nas agroindústrias do tipo familiar. Como veremos, o associativismo também pode colaborar com o fortalecimento daquelas organizações mencionadas.

### **3 | O ASSOCIATIVISMO NAS AGROINDÚSTRIAS FAMILIARES DE PEQUENO PORTE DE PROCESSAMENTO ARTESANAL DA REGIÃO DA QUARTA COLÔNIA DE IMIGRAÇÃO ITALIANA DO RS**

A variável parcerias de produção e vendas aborda as ações estratégicas de união de esforços pelos agricultores familiares na busca de forças para a competição no mercado de produtos artesanais.

Conforme os entrevistados:



“Não temos parcerias de produção, nós somos sozinhos e prefiro nem fazer” (nº 1); “Hoje eu garanto o meu produto, se dá qualquer problema eu sou o responsável, né aí eles dizem por que é que tu não vais lá à outra agroindústria e embala o seu melado lá, mas eu digo: mas eu não to fazendo lá!” (nº2); “Temos parceria de produção... o agnoline nós temos uma família que produz pra nós, então a gente não pensa em fazer todo o agnoline. Eu acho que as principais mudanças que foram feitas foram essas parcerias que as pessoas produzem uma parte pra nós” (nº 5); “Porque nós pensamos nas vacas, né tudo, né porque não dá para chegar um dia e dizer que não queremos mais o queijo deles, estamos diminuindo o queijo colonial porque não tem muita qualidade, né”. (nº9) “Não temos parceria para produzir, mas a gente comercializa o produto de outros, daí; nós aceitamos o produto de outros por causa da qualidade e do preço, mais pela qualidade mesmo, às vezes nem o preço, nós experimentamos tudo o que vem, o mel é daqui de Agudo mesmo porque ele tem selo de garantia, né” (nº 16); “O salame a minha sogra compra de outros, temos também parceria de produção eu pego, por exemplo, cana de terceiros, depois entrega uma porcentagem ou eu fico com tudo e depois entrego noventa e cinco por cento da cana é nossa, pouca coisa que a gente pega de outros para fazer, a maior parte é produção própria, o amendoim também que faz a rapadura a gente compra uma parte, mas a maior parte é nossa” (nº 19); “Eu tenho parceiros que são os que eu arrendo a terra para colocar o mel, eu trabalho só com o mel, tudo na propriedade de terceiros, praticamente tudo terra arrendada, são parceiros que a gente coloca as abelhas porque a gente não consegue colocar muitas abelhas num lugar só então temos que buscar colegas parceiros então temos em mais de 20 lugares e isso faz as 300 colmeias” (nº 20).

Com relação às parcerias de produção e de vendas, os entrevistados alegaram que preferem operacionalizar as suas agroindústrias contando somente com a ajuda própria e da família, em virtude de preferirem produzir em conformidade com a capacidade de produção da agroindústria, a buscar alternativas para atender à demanda que pode não ter a mesma qualidade no sabor percebida pelos clientes atuais da agroindústria. Por outro lado, mesmo não inseridos na PEA, que permite a organização dos agricultores na forma cooperativada, associativa e em redes, percebeu-se que o agricultor familiar, quando conhece a qualidade do produto artesanal de um fornecedor, passa, se for o caso, a comercializá-lo porque percebe um ganho em escala aumentando a oferta, o que contribui para um retorno econômico maior do que produzir e vender somente os produtos específicos de sua agroindústria.

Por conseguinte, além da oferta da comercialização de produtos de terceiros, percebeu-se que um dos entrevistados adota a prática de arrendamento da terra em busca do aumento de produção para atender à demanda percebida. Da mesma forma, além do uso de terras que não são de propriedade do agricultor familiar, as parcerias também se concentram em uma espécie de troca, em que ocorre o recebimento do produto acabado pronto para a comercialização em permuta por matéria prima, que também contribui para a diminuição do tempo à obtenção de insumos e permite uma rapidez maior na produção.

Conforme Oliveira, Prezotto e Voigt (2002), o estímulo ao cooperativismo e associativismo na agroindústria de estrutura familiar vai ao encontro do fortalecimento ao ganho em escala na produção, ora característica explícita das agroindústrias não familiares e da agricultura extensiva. Tais práticas, conforme os autores, atraem políticas públicas e maiores recursos de financiamentos à categoria por sua forma e



característica de união. Tal estratégia cooperativa oportuniza, no mesmo âmbito, o uso compartilhado de tecnologias de plantio e a otimização de equipamentos e de ferramentas cujo alto custo de aquisição inviabilizava a sua utilização pelo modelo familiar. Porém, os laços associativos e cooperativos são oportunizados pela proximidade e pelo conhecimento social entre seus membros, sem que haja ligações de parentesco e nem familiaridade entre as partes, restringindo-se à produção do alimento artesanal, contudo, constituindo-se em uma nova forma de estímulo ao desenvolvimento rural.

Segundo o MAPA (2015), o associativismo se constitui em uma alternativa necessária à viabilização das atividades econômicas, possibilitando aos pequenos proprietários um caminho efetivo para participar do mercado em melhores condições de concorrência. Nesse sentido, a produção e a comercialização dos produtos oriundos das agroindústrias de estrutura familiar teriam mais força para enfrentar a concorrência dos produtos de origem industrial, porque a transformação das ações individuais em grupais se constituiria como um acréscimo à capacidade produtiva, logística e comercial entre os associados. Além da troca de experiências, o associativismo permitiria aos seus integrantes a aquisição de insumos, máquinas e equipamentos com menores preços e melhores prazos, o uso contíguo de tratores, veículos para transporte das mercadorias e o rateio do custo de assistência técnica dos profissionais de veterinária, zootecnia e agronomia.

Apesar da Lei 13.921 visar a contribuir para a organização dos agricultores familiares na forma cooperativada, associativa, em redes e outros empreendimentos da economia popular e solidária, essa prática, nas agroindústrias familiares de pequeno porte de processamento artesanal, somente ocorre na etapa de comercialização dos alimentos, porque os agricultores familiares possuem o incentivo da EMATER à participação em feiras solidárias e populares, o que caracteriza a ótica desses praticantes na produção centrada no núcleo das unidades agroindustriais porque prezam pela qualidade que compreendem ser adequada aos alimentos que oferecem. O associativismo, embora ainda não tão forte, é o que poderá estrategicamente fortalecê-los. Fortalecê-los até mesmo por meio de uma nova rota turística que, criada, poderá trazer um público maior a consumir os produtos por eles desenvolvidos.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A presente pesquisa buscou responder: como apoiar através de políticas públicas, nesse caso, a PEA, o associativismo nas agroindústrias familiares de pequeno porte de processamento artesanal da região da Quarta Colônia de Imigração Italiana do RS. Para tanto, desenvolveu-se uma coleta de dados com os proprietários de agroindústrias. Por meio da mesma, observou-se que a permanência da agroindústria na atividade ocorre em função: da manutenção do caráter informal, por somarem-se outras fontes de renda como o plantio de arroz nessa região, pela ausência de funcionários externos

à família, que reduz os custos de contratação e de transporte de mão de obra ao local, das características peculiares do produto que o diferenciam dos alimentos produzidos em estruturas industriais, pela manufatura no limite da capacidade de produção, pela venda direta ao consumidor final, pela aposentadoria do agricultor familiar e pela venda ocorrer *in loco* nas agroindústrias e diretamente ao consumidor final, que não requer qualquer tipo de contra nota para a aquisição do alimento artesanal e pelo PAA, que permite um auxílio financeiro à agricultura familiar.

Porém, as linhas de crédito do PRONAF, apesar de fomentarem os investimentos em ativo imobilizado e financeiramente propiciarem uma viabilidade à estruturação das agroindústrias, constituem um engessamento ao agricultor familiar a novos investimentos, pois o retorno financeiro da agroindústria familiar de pequeno porte de processamento artesanal, em seu ano inicial, em conformidade com os entrevistados, é nula.

As práticas do agricultor familiar quanto a projeção de produção e vendas ocorre em função da prática de mercado do agricultor familiar, permanecendo o agricultor familiar por si à projeção sobre o quanto consegue produzir, principalmente para o suprimento da demanda de finais de semana, que o conduzem à exaustão na operação porque o agricultor familiar estabeleceu a prática de produção no excedente da demanda em função da oferta, utilizando a totalidade da capacidade produtiva da agroindústria. Observou-se que, em prol do fortalecimento das atividades agroindustriais, já há algumas parcerias surgindo entre os produtores pela troca de diferentes produtos a serem vendidos.

A análise dialógica entre os diferentes membros por novos elos comuns de interesse maior a coletividade poderá fortalece-los ainda mais. O associativismo ao pressupor mais de duas pessoas em prol de um mesmo interesse comum, diferente do cooperativismo que pressupõe mais de vinte pessoas, pode ser uma primeira experiência de fortalecimento econômico e interativo entre diferentes agroindústrias. O presente estudo terá continuidades no estudo de viabilidade de primeiras associações que poderão beneficiá-los.

## REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY. **Paradigmas do capitalismo agrário em questão**. São Paulo: Hucitec, Campinas: Editora da UNICAMP, 1992.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa, Portugal: Edições 70, 1977.

BRASIL. **Censo Agropecuário de 2006**. Rio de Janeiro: IBGE, 2006.

BRASIL. **LEI 13.921**, de 17 de janeiro de 2012. Publicado no DOE em 18 jan 2012

**MAPA** - BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/>. Acesso em: 20 de out. de 2016.

LAMARCHE, H. **A agricultura familiar**. Campinas: UNICAMP, 1993. 336 p.

NIEDERLE, P.A., FIALHO, Marco Antônio Verardi; CONTERATO, Marcelo Antônio. *A pesquisa sobre agricultura familiar no Brasil – aprendizagens, esquecimentos e novidades*. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. Vol.52. Brasília, 2014

OLIVEIRA, Ariovaldo Umbelino. **Modo de Produção Capitalista, Agricultura e Reforma Agrária**. São Paulo: Labur Edições, 2007, 184p.

OLIVEIRA, J. A. V. de, PREZOTTO, L. L.; VOIGT, L. **Diagnóstico e potencial das agroindústrias familiares do Estado do Rio Grande do Sul**. Florianópolis/SC, 2002.

SCHNEIDER, Sérgio. Teoria social, agricultura familiar e pluriatividade. **Revista brasileira de ciências sociais** - VOL. 18 N°. 51, 2003

SCHNEIDER, S.; TRICHES, R. M. **Reconstruindo o elo perdido**: a reconexão da produção e do consumo de alimentos através do Programa de Alimentação Escolar no município de Dois Irmãos (RS). Segurança alimentar e nutricional, v. 27, p. 1-15, 2010.

WANDERLEY, M. N. B. **A valorização da agricultura familiar**. Desenvolvimento e Meio Ambiente, n. 2. p. 29-37. Editora da UFPR. Jul/dez, 2000.

WILKINSON. Cadeias produtivas para a agricultura familiar. Organizações Rurais e Agroindústrias. **Revista de Administração da UFLA**, v. 01, nº 01, 1999.

WHITTINGTON, R. **Strategy as practice**: research directions and resources. New York: Cambridge, 2006.

## ECONOMIA SOCIAL: ESTUDOS DE CASO SOBRE A GESTÃO NO TERCEIRO SETOR NO MUNICÍPIO DE MARABÁ/PA

### **Andressa dos Santos Araújo**

Universidade do Estado do Pará  
Marabá – Pará

### **Giovanna Brito de Araújo**

Universidade do Estado do Pará  
Marabá – Pará

### **João Otávio Araújo Afonso**

Universidade do Estado do Pará  
Marabá – Pará

### **Nayara Côrtes Filgueira Loureiro**

Faculdade Metropolitana de Marabá  
Marabá – Pará

**RESUMO:** O presente artigo analisa as questões relativas a formação da economia social no município de Marabá/PA, na sua abordagem histórica e dinâmica atual e conceitos que podem ser encontradas na literatura a respeito de termos como economia social, economia solidária e terceiro setor. E ainda, definir as principais características e fundamentos da economia social, atores, dificuldades e metas a alcançar pelos integrantes da mesma. Lavelle e Gaiger (2009, p. 162) acreditam que a “economia social ou solidária é um conceito amplamente utilizado em vários continentes, com ações variadas que giram ao redor da ideia de solidariedade, em contraste com o individualismo utilitarista que caracteriza o

comportamento econômico predominante nas sociedades de mercado”, sobretudo os atores desta economia integrados neste modelo, relatam uma dificuldade crescente na manutenção de tal modelo e sobretudo no seu financiamento. As conclusões desta pesquisa abrem perspectivas para a compreensão deste campo, trazendo contribuições teóricas sobre a expansão do setor e conseqüentemente sua importância no município.

**ABSTRACT:** This article analyzes the issues related to the formation of social economy in the municipality of Marabá/PA, in its current historical and dynamic approach and concepts that can be found in the literature regarding terms such as social economy, solidarity economy and third sector. Also, define the main characteristics and foundations of the social economy, actors, difficulties and goals to be achieved by the members of the same. Lavelle and Gaiger (2009, 162) believe that the “social or solidarity economy is a concept widely used on several continents, with varied actions revolving around the idea of solidarity, in contrast to the utilitarian individualism that characterizes economic behavior predominant in the market societies”, especially the actors of this economy integrated in this model, report an increasing difficulty in maintaining such a model and above all in its financing. The conclusions of

this research open perspectives for the understanding of this field, bringing theoretical contributions on the expansion of the sector and consequently its importance in the municipality.

**KEYWORDS:** Social Economy; Third sector; Management.

## 1 | INTRODUÇÃO

As novas realidades política, social e econômica trazidas pelas mudanças que estão ocorrendo em todos os setores são um desafio para que se possa manter um elevado padrão de desenvolvimento econômico e ao mesmo tempo melhorar a qualidade de vida das pessoas.

O surgimento de uma nova forma de organizar a economia em bases solidárias e éticas já tem uma pré-história bastante rica e diversificada. Os pioneiros lançaram bases para que houvessem forças capazes de renovar quando não de criar novas práticas sociais e econômicas. Diante disso, a direção que está sendo tomada influenciou muito no surgimento de alternativas que possam ser mais justas e equitativas. A Economia Solidária ou Economia Social é uma dessas alternativas, que congrega diversas experiências e modelos sociais para o desenvolvimento econômico.

A Economia Social compreende uma diversidade de práticas econômicas e sociais organizadas sob a forma de cooperativas, associações, empresas autogestionárias, redes de cooperação, complexos cooperativos, entre outros, que realizam atividades de produção de bens, prestação de serviços, finanças solidárias, trocas, comércio justo e consumo solidário.

A Economia Social, no sentido de setor da economia constituído pelas organizações de economia social (associações, mutualidades, cooperativas, fundações, irmandades da Misericórdia, Centros Sociais paroquiais, institutos religiosos, baldios e outras), é vista muitas vezes como de interesse social, e de pouco interesse econômico. Esta reúne as atividades econômicas que não visam ao lucro e, embora sejam de caráter privado, compartilham seus objetivos com o setor público.

A cidade de Marabá, localizada no estado do Pará conta hoje com um total de nove organizações sociais. Diante deste cenário, o estudo tem como objetivo apresentar como é formada a economia social da cidade de Marabá através do levantamento das entidades de cunho solidário da região, apresentando de que maneira estas contribuem para o desenvolvimento social da localidade, além de traçar um retrato geral da gestão pessoal e financeira nas organizações da economia social.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Economia social no Brasil

Ao que tudo indica, a Economia Solidária surgiu como alternativa ao desemprego

e a desigualdade decorrente do sistema capitalista, que tende a concentrar a riqueza nas mãos de poucos. No Brasil, segundo informações do MTE (2011), a Economia Solidária foi fortalecida ao fim do século XX, como resposta dos trabalhadores às formas de exclusão e exploração crescentes no mundo do trabalho. O crescimento da informalidade em função do enfraquecimento das relações trabalhistas, apesar de trazer prejuízos aos cidadãos, contribuiu para o desenvolvimento de formas associativas de pequenos empreendimentos.

Pochmann (2004) aponta três condições importantes referentes ao momento econômico e social nacional que, reunidas, contribuem para o crescimento e fortalecimento da Economia Solidária, apesar de impactarem negativamente no mercado de trabalho: De um lado, observa-se a contenção do segmento organizado do trabalho, justamente aquele que responde pelos empregos assalariados regulares e relativamente homogêneos, gerados por empresas tipicamente capitalistas. De outro, além do avanço do desemprego aberto, constata-se a ampliação do segmento não organizado do trabalho, responsável por ocupações precárias e heterogêneas, cuja atividade não se caracteriza necessariamente por ser tipicamente capitalista (POCHMANN, 2004).

## 2.2 Princípios e características da economia social

Segundo Tygel (2011), a Economia Solidária pode ser definida em três dimensões:

- **Economicamente**, é um jeito de fazer a atividade econômica de produção, oferta de serviços, comercialização, finanças ou consumo baseado na democracia e na cooperação, o que chamamos de autogestão: ou seja, na Economia Solidária não existe patrão nem empregados, pois todos os/as integrantes do empreendimento (associação, cooperativa ou grupo) são ao mesmo tempo trabalhadores e donos.
- **Culturalmente**, é também um jeito de estar no mundo e de consumir (em casa, em eventos ou no trabalho) produtos locais, saudáveis, da Economia Solidária, que não afetem o meio-ambiente, que não tenham transgênicos e nem beneficiem grandes empresas. Neste aspecto, também simbólico e de valores, estamos falando de mudar o paradigma da competição para o da cooperação de da inteligência coletiva, livre e partilhada.
- **Politicamente**, é um movimento social, que luta pela mudança da sociedade, por uma forma diferente de desenvolvimento, que não seja baseado nas grandes empresas nem nos latifúndios com seus proprietários e acionistas, mas sim um desenvolvimento para as pessoas e construída pela população a partir dos valores da solidariedade, da democracia, da cooperação, da preservação ambiental e dos direitos humanos.

Na esfera da Economia Social, estão o associativismo, o cooperativismo e o mutualismo, como formas de organização da atividade produtiva (Ong's, organizações autônomas; visam a melhoria da qualidade social; projetos sociais; organizações não governamentais).

Ao longo dos últimos 150 anos, a Economia Social vem ganhando expressão e



seus objetivos passam necessariamente pela solidariedade e pelo desenvolvimento integrado da comunidade e do Homem. Nesta sequência de ideias, a Economia Social ou Terceiro Setor pode eventualmente substituir a ação do Estado ou ser um prolongamento deste na implementação de suas políticas sociais.

### 2.3 Economia solidária

Singer (2001) apresenta outra definição para Economia Solidária, que complementa o conceito anteriormente proposto, mas reforça o enfoque anticapitalista: Economia Solidária é uma forma de produção, consumo e distribuição de riqueza (economia) centrada na valorização do ser humano - e não do capital de base associativista e cooperativista, voltada para a produção, consumo e comercialização de bens e serviços, de modo autogerido, tendo como finalidade a reprodução ampliada da vida. Assim, nesta economia, o trabalho se transforma num meio de libertação humana dentro de um processo de democratização econômica, criando uma alternativa à dimensão alienante e assalariada das relações do trabalho capitalista.

Santos, Borinelli e Pitaguari (2010) indicam que a Economia Solidária ruma no sentido da formação de “cooperativas solidárias, articuladas em redes complementares que possibilitam o seu fortalecimento diante de um ambiente inóspito, aglutinando e integrando instituições variadas como universidades, centros de pesquisa, ONGs e o próprio poder público” (SANTOS; BORINELLI; PITAGUARI, 2010, p. 20). Nesse sentido, o apoio do Estado e de suas Instituições será fundamental para incentivar iniciativas de Economia Solidária bem como para consolidar projetos em andamento. Os autores fazem ainda uma consideração importante, defendendo a formação de parcerias entre o poder público e as iniciativas de Economia Solidária, “fazendo com que estas se tornem fornecedoras privilegiadas de algumas das demandas públicas” (SANTOS; BORINELLI; PITAGUARI, 2010, p. 21).

### 2.4 Terceiro setor

De acordo com o portal BHBIT (2017), terceiro setor consiste em um amplo e diversificado conjunto de instituições como fundações, associações comunitárias, organizações não-governamentais, entidades filantrópicas e outras, que são iniciativas privadas, porém sem fins lucrativos, que atuam em prol do bem comum e da cidadania.

As cinco características estruturais diferenciam as organizações do terceiro setor das demais instituições:

- Formalmente constituídas;
- Estrutura básica não governamental;
- Gestão própria;
- Sem fins lucrativos;
- Uso significativo de mão de obra voluntária.

## 2.5 Entidades do terceiro setor

Segundo o portal Jornal Economia (2013), o terceiro setor integra as seguintes entidades:

- **Associação:** É uma pessoa coletiva sem fins lucrativos, cujos associados se agrupam em torno de objetivos e necessidades comuns. Podem destinar-se a inúmeros fins: culturais, recreativos, desportivos, de pais, estudantis, de proteção civil (bombeiros voluntários), entre muitos outros.
- **Mutualidade:** Aqui o objetivo é o auxílio recíproco dos seus associados e familiares. Trabalham sobretudo nas áreas da saúde, ação social e regimes complementares de Segurança Social. Têm um milhão de associados e mais de 2,5 milhões de beneficiários.
- **Cooperativa:** As agrícolas serão as mais conhecidas, mas há cooperativas de habitação, consumo, culturais, de ensino, de desenvolvimento, dedicadas ao ambiente. São associações autônomas e voluntárias que visam satisfazer necessidades econômicas, sociais e culturais dos associados, através da cooperação democrática e entreajuda dos membros.
- **Misericórdia:** Associações constituídas de acordo com o Direito canónico para satisfazer carências sociais e praticar atos de culto católico. A primeira data do século XV.
- **Fundação:** Pessoa coletiva, sem fins lucrativos, cujo património foi-lhe irrevogavelmente dado e é suficiente para prosseguir os fins, que têm de ser de interesse social, em benefício da sociedade, mas não do fundador ou pessoas das suas relações. Têm objetivos culturais, de defesa do património, de saúde, de ensino.
- **Outras entidades:** A Lei admite outras entidades, sem especificar. Não há consenso sobre o que deve ou não integrar este setor. Por exemplo, se uma empresa privada lucrativa seguir o espírito subjacente à economia social deve integrar o setor.

Agestão das organizações sem fins lucrativos emprega as funções administrativas planeamento, organização, direção e controle, a fim de conferir às instituições o melhor desempenho em termos de eficiência, eficácia e efetividade.

## 3 | METODOLOGIA

Os procedimentos metodológicos empregados neste estudo colaboraram diretamente para o alcance dos objetivos propostos. O presente estudo foi desenvolvido na Cidade de Marabá, no Estado do Pará, em duas organizações de Economia Social: O Projeto Futuro Melhor e a FECAT (Federação das Cooperativas da Agricultura Familiar do Sul do Pará), ambas localizadas no núcleo Nova Marabá.

A metodologia utilizada foi a pesquisa de natureza qualitativa do tipo exploratória e descritiva, que de acordo com Gil (2008), proporciona maior familiaridade com o problema e pode envolver levantamento bibliográfico e entrevistas com pessoas experientes no problema pesquisado. Geralmente, assume a forma de pesquisa

bibliográfica e estudo de caso, além de descrever as características de determinadas populações ou fenômenos.

A coleta de informações ocorreu através da visita *in-loco*, onde foram realizadas entrevistas com os responsáveis pelas instituições, afim de realizar um levantamento de dados, onde estes foram de suma importância para o alcance do objetivo apresentado.

#### 4 | PROJETO FUTURO MELHOR



Figura 01: Logotipo do Projeto Futuro Melhor  
Fonte: Acervo pessoal do Projeto Futuro Melhor (2015)

O Projeto Futuro Melhor (Figura 01) é uma entidade sem fins lucrativos que trabalha com aproximadamente 250 crianças e adolescentes de 6 a 17 anos, e tem como missão principal atuar contra a vulnerabilidade pessoal e social, atendendo o máximo de crianças e adolescentes, para tirá-los das ruas e da criminalidade. Localizada no bairro Nova Marabá, na cidade de Marabá/PA (Figura 02), a organização foi fundada em 4 de julho de 2004, operando no município há 13 anos. O projeto funciona de segunda à sexta, das 07h30min às 12h00min e das 13h30min às 18h00min.



Figura 02: Fachada do Projeto Futuro Melhor  
Fonte: Acervo pessoal do Projeto Futuro Melhor (2015)

Buscando cumprir sua missão, o instituto oferta diversos cursos, desde reforço escolar até o ensino profissionalizante, dentre eles, de alfabetização, auxiliar administrativo para menor aprendiz, informática básica e avançada, vídeo-fotografia (Figura 03), música, e outros.



Figura 03: Curso de vídeo-fotografia ministrado no projeto

Fonte: Acervo pessoal do Projeto Futuro Melhor (2016)

Tem entre suas ações o Projeto “Mãe Solidária” (Figura 04), na qual através de parcerias buscam oferecer cursos profissionalizantes para as mães de família, promovendo ações destinadas à sua qualificação profissional. Outro projeto é o “Brasil Alfabetizado”, que em parceria com a Secretaria Municipal de Educação (SEMED), oferece seu espaço para a realização das aulas para adultos e idosos não alfabetizados. O projeto também dispõe de uma assistente social e uma psicóloga para que, através do conhecimento e levantamento da situação psicossocial e econômica de seus alunos, possam proporcionar os mecanismos para ajudá-los e apoiá-los em suas necessidades pessoais básicas.



Figura 04: Projeto Mãe Solidária

Fonte: Acervo pessoal do Projeto Futuro Melhor (2016)



## 4.1 Gestão pessoal

O Projeto Futuro Melhor é dividido em 6 setores funcionais, sendo eles: financeiro, administração, tesouraria, pedagógico, cultural e nutrição. O setor de serviços gerais (limpeza) é inexistente, e, arbitrariamente, todos os outros setores colaboram para o asseio do local.

Para disponibilização de um atendimento mais adequado e qualificado, os serviços realizados na sede são executados de forma voluntária. A organização tem em seu quadro 5 voluntários: 1 professor, contratado pela instituição, além de 1 instrutor de auxiliar administrativo, 1 instrutor de informática, 1 instrutor de música e 1 instrutor cultural, contratados pelo Convênio FIA (Fundos da Infância e Adolescência).

O setor financeiro da instituição opera em outra localidade, com mais 4 colaboradores, sendo 1 analista contábil e 3 atendentes de telemarketing e é o departamento responsável pelo planejamento financeiro, balanço financeiro e patrimonial, dentre outros, além da relação com os doadores, através da captação de recursos realizado pelos atendentes de telemarketing, que segundo Vergueiro (2016), diretor executivo da ABCR – Associação Brasileira de Captadores de Recursos, consiste no seguinte:

“Na teoria, a captação de recursos é o processo estruturado desenvolvido por uma organização para pedir as contribuições voluntárias de que ela precisa, sejam eles financeiros ou outros recursos, buscando as doações com indivíduos, empresas, governos, outras organizações e etc. Na prática, captação de recursos significa ter uma equipe dedicada a pensar em ideias criativas para trazer as doações, a aproximar a organização da comunidade, a defender que ela seja o mais transparente possível e etc. Captar recursos é, principalmente, ter pessoas na organização que entendem que o trabalho delas é fundamental para conseguir os recursos tão importantes para que a ONG tenha impacto e seja transformadora na sua atuação, cumprindo integralmente a sua missão” (VERGUEIRO, 2016).

Os demais setores são desempenhados na sede da instituição. O setor administrativo atua no planejamento, organização e direção de serviços de secretaria, execução das atividades institucionais, programas, dentre outras atividades administrativas gerais. Diferente do setor financeiro, a tesouraria é responsável pelo controle diário das entradas e saídas de caixa. O setor pedagógico dispõe os mecanismos necessários para promover o processo de ensino-aprendizagem, além de assegurar as finalidades sociais de modo a oportunizar às crianças e adolescentes, novas experiências, a fim de que eles possam fortalecer o vínculo familiar e comunitário, descobrir novas potencialidades, bem como fortalecer o autoconhecimento e a autoestima. O setor cultural trabalha promovendo iniciativas de cultura e inclusão social, com o intuito de levar música, poesia, fotografia e arte, além de outras ações culturais, envolvendo não somente as crianças e adolescentes incluídos no projeto, mas também seus familiares e a comunidade como um todo. A área da nutrição é o setor incumbido pela alimentação oferecida pelo projeto, buscando proporcionar refeições nutritivas e de qualidade para os alunos.

## 4.2 Gestão financeira

A gestão financeira é uma das partes mais fundamentais e importantes para o Projeto Futuro Melhor, pois é o que mantém este ativo e transparente perante a sociedade, e a cada ano a instituição realiza a prestação de contas com todos os doadores que contribuem com o projeto, apresentando o balanço financeiro da entidade.

Outra forma de conseguir recursos é pela aquisição de convênios. Atualmente, o Projeto Futuro Melhor mantém convênio com o FIA (Fundo para Infância e Adolescência), que de acordo com Pereira (2014) trata-se de um fundo especial que deve ser criado por lei para captar recursos que serão destinados especificamente para área da infância e adolescência, tendo a finalidade específica de financiar programas, projetos e ações voltados para a promoção e a defesa dos direitos da criança e do adolescente e suas respectivas famílias. É composto por um conjunto de receitas (recursos financeiros depositados em uma ou várias contas bancárias), as quais são investidas a partir da deliberação dos Conselhos de Direitos da Criança e do Adolescente.

Em âmbito municipal, o FIA é gerido pelo CMDCA (Conselho Municipal dos Direitos da Criança e Adolescente), com o apoio (administrativo) dos órgãos encarregados do planejamento e finanças do município, seguindo as regras da Lei nº 4.320/64, bem como as demais normas relativas à gestão de recursos públicos. Algumas de suas fontes de receita são previstas pelo próprio ECA (Estatuto da Criança e do Adolescente), como é o caso das multas administrativas aplicadas em razão da prática de algumas das infrações tipificadas nos arts. 245 a 258, do ECA (cf. arts. 154 c/c 214, do ECA), das multas impostas em sede de ação civil pública (cf. art. 214, do ECA) e as chamadas “doações subsidiadas” de pessoas físicas ou jurídicas, previstas no art. 260, caput, do ECA, que poderão ser deduzidas do imposto de renda dos doadores até o limite legal de 1% para pessoa jurídica e 6% para pessoa física (PEREIRA, 2014).

O convênio não é definitivo, tem duração de 6 meses, e, após a finalização do contrato de convênio, o Projeto tem o prazo de 1 mês para prestar contas de todas as receitas e despesas à SEPLAN Marabá (Secretaria Municipal de Planejamento e Controle), em seguida, a prestação realizada é analisada pela CONGEM (Controladoria Geral do Município de Marabá/PA), que dará um primeiro parecer de aceite ou não aceite. A partir desta etapa, a fiscalização das notas fiscais é feita pelo TCE-PA (Tribunal de Contas do Estado do Pará), que dará o parecer final de aprovação para autorização de recebimento de outro recurso.

## 4.3 Desafios e metas

O projeto tem como desafio proporcionar a alimentação diária das crianças e adolescentes atendidos pela entidade, pelo fato de fornecerem 3 refeições diárias para os meninos e meninas, além de roupas, calçados e todo o material didático que é fornecido pelo instituto (Figura 05). O Projeto Futuro Melhor mantém parcerias com



diversas empresas do município, no entanto, segundo a gestora, não há parcerias que efetuem doações periódicas e permanentes.



Figura 05: Crianças atendidas no Projeto Futuro Melhor

Fonte: Acervo pessoal do Projeto Futuro Melhor (2016)

A principal meta do projeto é de atender um número maior de crianças futuramente, visto que a instituição já chegou a atender quase 500 crianças e adolescentes há alguns anos.

## 5 | FECAT - FEDERAÇÃO DAS COOPERATIVAS DA AGRICULTURA FAMILIAR DO SUL DO PARÁ



Figura 06: Logotipo da FECAT

Fonte: FECAT (2017)

A FECAT (Federação das Cooperativas da Agricultura Familiar do Sul do Pará) trabalha no sentido de aprofundar com os agricultores o debate em torno do processo de produção dentro dos preceitos agroecológicos. Está sediada também no bairro Nova Marabá, na cidade de Marabá/PA e há 14 anos atua no município, sendo fundada

no dia 25 de julho de 2003.

A FECAT (Figura 06) atua como uma ponte entre o agricultor e a indústria. A federação compra a fruta in natura do agricultor, em seguida, beneficia os frutos, ou seja, processa-os para tornarem-se polpa, e posteriormente, vende as polpas para a indústria e o comércio. A instituição envolve em seu quadro 7 cooperativas agropecuárias dos municípios de Parauapebas, Eldorado dos Carajás, São João do Araguaia, São Domingos do Araguaia, Itupiranga, Nova Ipixuna e Marabá.

A estrutura de beneficiamento de frutas conta hoje com 3 agroindústrias em pleno funcionamento, localizadas nas sedes nos municípios polos, sendo eles: Agroindústria Polo Marabá (Marabá), Agroindústria Polo Nova Ipixuna (Nova Ipixuna) e Agroindústria Polo Carajás (Parauapebas). São beneficiados produtos tanto de origem agroextrativista, como o açaí e a cajá, como de plantios, que são o cupuaçu, maracujá abacaxi, acerola, bacuri, buriti, caju, goiaba, murici, tamarindo, etc. Os produtos que a FECAT comercializa são na sua maioria polpas de fruta integral, mas também incluem hortifrúti, doces de frutas, bombons com recheio de fruta e mel de abelha.

Os objetivos da federação são os seguintes:

- Promover o desenvolvimento de uma agricultura familiar ecologicamente sustentável, economicamente viável e socialmente justa;
- Promover a união das cooperativas associadas e exercer a representação política em defesa de seus interesses sociais, assistenciais e econômicos;
- Viabilizar o desenvolvimento da verticalização e comercialização de produtos oriundos da agricultura familiar, orientando e integrando suas atividades bem como facilitando a utilização recíproca de serviços;
- Promover a difusão da doutrina Cooperativista, do desenvolvimento sustentável e da economia solidária na região;
- Promover ações em parceria com suas cooperativas filiadas e parceiras que viabilizem o desenvolvimento da comercialização a varejo e atacado, orientando e integrando suas atividades bem como facilitando a utilização recíproca de serviços.

Atualmente, a FECAT tem 79 sócios, que são os agricultores filiados à federação (Figura 07). A produção média mensal é 10 toneladas de polpa.



Figura 07: Agricultores filiados à FECAT

Fonte: FECAT (2017)

A entidade é a responsável pelo fornecimento das polpas necessárias para a merenda distribuída em todas as escolas públicas do município, mediante aquisição

de licitação da Prefeitura Municipal de Marabá através do PNAE – Programa Nacional de Alimentação Escolar, que conforme o FNDE – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (2017) o PNAE é um programa que oferece alimentação escolar e ações de educação alimentar e nutricional a estudantes de todas as etapas da educação básica pública.

O repasse é feito diretamente aos estados e municípios, com base no Censo Escolar realizado no ano anterior ao do atendimento. Com a Lei nº 11.947, de 16/6/2009, 30% do valor repassado pelo Programa Nacional de Alimentação Escolar – PNAE deve ser investido na compra direta de produtos da agricultura familiar, medida que estimula o desenvolvimento econômico e sustentável das comunidades.

A FECAT tem entre seus projetos o de capacitação dos agricultores, buscando aumentar a qualidade quanto à plantação, cultivo e manejo das frutas, ampliando não só a qualidade nutritiva das frutas, mas também o seu valor econômico e comercial. Outra ação é o Projeto de Apoio a Geração de Renda – Juventude e Cooperativismo no Sul do Pará (Figura 8), proposto pela FECAT ao Programa Petrobras Desenvolvimento & Cidadania, que têm como objetivo a implantação de módulos de fruticulturas consorciadas com essências florestais, visando a produção de frutas e capacitação de Jovens rurais residentes nos Projetos de Assentamento de Reforma Agrária – PA's e áreas de colonização dos municípios pertencentes à federação.



Figura 08: Projeto Juventude e Cooperativismo

Fonte: JUVENTUDE & COOPERATIVISMO (2011)

## 5.1 Gestão pessoal

A FECAT é composta por 6 colaboradores, sendo que 3 deles pertencem a diretoria geral da federação, que são o presidente, responsável pela parte representativa e política da instituição; o secretário, encarregado pela parte burocrática, compra, venda e entrega dos produtos; e o tesoureiro, que trabalha com a parte financeira e contábil da federação. A entidade também conta com mais 2 colaboradores na agroindústria, que realizam o beneficiamento das frutas, e mais 1 auxiliar de secretaria. O organograma funcional da entidade é representado pela Figura 9.

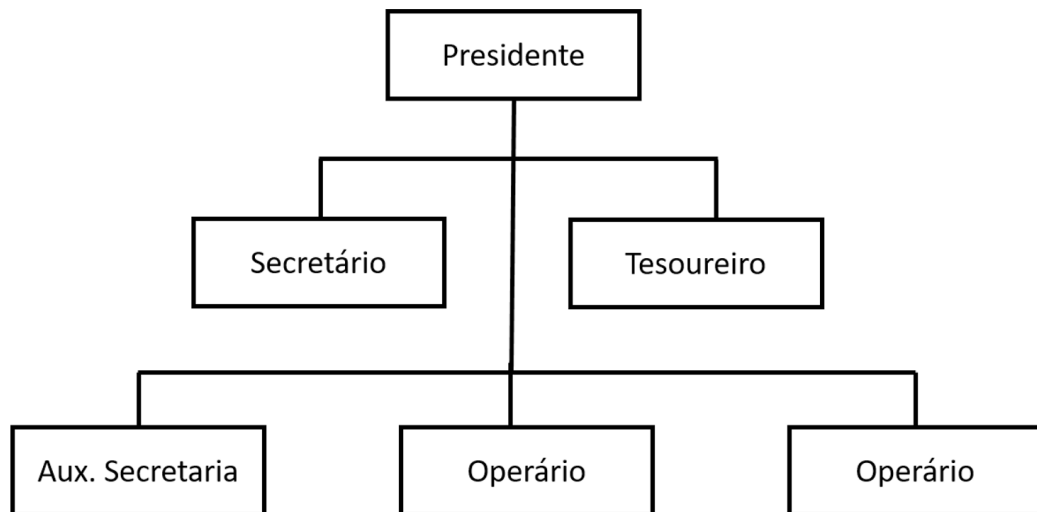


Figura 09: Organograma funcional da FECAT

Fonte: Pesquisa de campo (2017). Organização: Os autores

## 5.2 Gestão financeira

A gestão financeira é realizada pelo tesoureiro, pertencente à diretoria geral da FECAT, e todas as ações voltadas ao setor financeiro são executadas de forma transparente. Todos os anos, no mês de março, é feita a prestação de contas perante 5 representantes de cada uma das cooperativas participantes da federação. Lá são apresentados todo o balanço financeiro da FECAT, além das metas e planos para o ano seguinte.

A FECAT não tem nenhum tipo de vínculo governamental ou parcerias para auxílio financeiro. Com relação à produção, a FECAT fica com 30% sobre as vendas dos produtos, e esses recursos são utilizados para a manutenção do espaço e pagamento do salário dos colaboradores.

## 5.3 Desafios e metas

A FECAT tem como meta contribuir para o melhor desenvolvimento de uma agricultura familiar ecologicamente sustentável, economicamente viável, socialmente justa, propiciando desta forma melhores condições de vida ao homem do campo, e consequentemente, sua fixação no lote.

Os desafios são voltados à conquista de mercado no município, de forma a buscar atingir o mercado interno aumentando o número de agricultores filiados e, consequentemente, ampliando a capacidade produtiva e o número de vendas de hortifrúti e polpas na cidade de Marabá/PA e região.

## 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tratar de economia social como assunto comum continua a ser um tema restrito para alguns, poucos, que ou trabalham em organizações do setor ou relacionadas a



este, ou têm acesso a obras já publicadas.

O presente estudo, além do objetivo principal também buscou traçar um retrato geral da gestão das organizações da economia social no município em estudo, onde notou-se um relativo nível de dificuldade, principalmente pela falta de profissionais peritos na área, o que pode ser consequência do fato que muitas dessas organizações funcionam por intermédio do trabalho voluntário e sócios não especializados, o que retrata diretamente nos resultados financeiros das entidades advindos da má gestão dos recursos.

Porém é indispensável ressaltar a importância que a economia social tem vindo a adquirir, um papel extraordinariamente importante na esfera marginal de atuação do mercado e do Estado, como por exemplo as associações que ajudam e muito no reconhecimento e crescimento das classes menos favorecidas, entidades sociais de apoio à crianças, que contribuem para a redução da fome e criminalização no país, além de oferecer aprendizado e educação e muitas outras.

Um aspecto que poderia favorecer o terceiro setor seria o aumento ou melhora da interação com a sociedade, muitas pessoas não têm acesso ou não possuem conhecimento das organizações, entidades, cooperativas, e todos os outros elementos que fazem parte da economia social. Seria interessante aumentar esse nicho por meio de divulgação e de ações em universidades, empresas; para que pudesse alcançar mais pessoas e também incentivar o voluntariado, contribuindo assim para a melhora do setor e aumento da participação da sociedade.

Pode-se então concluir, que as organizações de economia social são espaços onde várias ideias se confrontam constantemente, na busca de um objetivo. É principalmente no aspecto da gestão que percebe-se uma maior dificuldade, além da financeira que pode ser considerada o item principal nesse tipo de setor. Esta gestão cotidiana é muito complexa e dinâmica como a própria origem destas organizações, pois ela é composta por uma série de desafios diários e questões que não podem ser ignoradas, nem pelos profissionais que atuam nestas organizações, nem pelas teorias que tratam deste tema.

## REFERÊNCIAS

BHBIT. **O Terceiro Setor: Significado e sua história no Brasil**. Disponível em: <<https://www.bhbit.com.br/terceiro-setor/o-que-e-terceiro-setor-significado/>>. Acesso em: 30 out. 2017.

FECAT. **Federação das Cooperativas da Agricultura Familiar do Sul do Pará** [online]. Disponível em: <<http://www.fecat.com.br/>>. Acesso em: 29 out. 2017.

FNDE. **Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação** [online]. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/programas/pnae/pnae-sobre-o-programa/pnae-sobre-o-pnae/>>. Acesso em: 29 out. 2017.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

JORNAL ECONOMIA. **O que é a economia social?**. Disponível em: <<https://www.jn.pt/economia/>>

dossiers/economia-social/interior/o-que-e-a-economia-social-3447465.html>. Acesso em: 29 out. 2017.

JUVENTUDE & COOPERATIVISMO. **Projeto Juventude e Cooperativismo** [online]. Disponível em: <<http://projetojuventudecooperativismo.blogspot.com.br/>>. Acesso em: 29 out. 2017.

LAVILLE, J. L.; GAIGER, L. I. **Economia solidária**. In: GATTANI, A. S.; LAVILLE, J.-L.; GAIGER, L. I. (Coord.). *Dicionário internacional da outra economia*. Coimbra: Almedina, 2009.

MTE - Ministério do Trabalho e Emprego. **Programa Economia Solidária em Desenvolvimento**. 2011. Disponível em: <[http://www.mte.gov.br/ecosolidaria/prog\\_apresentacao.asp](http://www.mte.gov.br/ecosolidaria/prog_apresentacao.asp)>. Acesso em 30 out. 2017.

PEREIRA, Márcia de Oliveira. **Fundo para Infância e Adolescência - FIA: Um estudo sobre doação feita através das empresas, destinados a financiar projetos voltados exclusivamente para a defesa dos direitos da criança e adolescente na entidade pública de Maracajá**. Trabalho de Conclusão do Curso de Ciências Contábeis. Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, Criciúma, 2014.

POCHMANN, Márcio. **Economia solidária no Brasil: possibilidades e limites**. IPEA. Mercado de Trabalho. 2004. Disponível em: <<http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/5249>>. Acesso em: 30 out. 2017.

SANTOS, Luis Miguel Luzio; BORINELLI, Benilson; PITAGUARI, Sinival Osório. **Economia solidária em Londrina aspectos conceituais e experiência institucional**. Londrina: UEL, 2010.

SINGER, Paul. **Autogestão e socialismo: oito hipóteses sobre implantação do socialismo via autogestão**. In: OLIVEIRA, Paulo S. (Org.): *O lúdico na cultura solidária*. São Paulo: Hucitec, p 229-239, 2001.

TYGEL, Daniel. **O que é Economia Solidária** [online]. Disponível em: <<https://cirandas.net/fbes/o-que-e-economia-solidaria>>. Acesso em: 29 out. 2017.

VERGUEIRO, João Paulo. **Captação de recursos** [online]. Disponível em: <<http://captadores.org.br/captacao-de-recursos/>>. Acesso em: 29 out. 2017.



## INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E SUA FUNÇÃO SOCIAL

### Joelma dos Santos Lima

Departamento de Direito, Universidade Tiradentes  
Aracaju - Sergipe

### Denise Santos Ruzene

Departamento de Engenharia Química,  
Universidade Federal de Sergipe  
São Cristóvão - Sergipe

### Daniel Pereira Silva

Departamento de Engenharia de produção,  
Universidade Federal de Sergipe  
São Cristóvão - Sergipe

**RESUMO:** A presente pesquisa se limita a tecer sobre a inovação tecnológica e sua função social, permitindo cogitar-se sobre a importância dada à função social quando há inovação tecnológica, em respeito aos interesses e benefícios da sociedade. De forma direta ou indireta a tecnologia está adentrando em diversos espaços da sociedade. Essa ampliação tem fomentado o desenvolvimento de pesquisas no âmbito do uso da tecnologia, seja na educação, na indústria, no meio ambiente, na saúde, etc., buscando evidenciar os benefícios e o uso. Apresentam-se neste artigo alguns conceitos de tecnologia e inovação tecnológica, analisando como objetivo a função social da inovação tecnológica, partindo da premissa inicial que as tecnologias são instrumentos de pensamentos que se inserem no processo social em função

de suas características e funcionalidades. A abordagem metodológica foi à pesquisa qualitativa de natureza interpretativa e dedutiva. No campo do método de procedimento utiliza-se a técnica documental indireta, a exemplo da bibliográfica, legislação, artigo científico e internet.

**PALAVRAS-CHAVE:** Função social. Tecnologia. Inovação tecnológica.

**ABSTRACT:** This research is limited to weave on technological innovation and its social function, allowing you to think about the importance given to the social function when there is technological innovation, respect the interests and benefits of society. Directly or indirectly technology is stepping into many areas of society. This expansion has fostered the development of research in the context of the use of technology, whether in education, industry, environment, health etc., to disclosing the benefits and use. We present here some concepts of technology and technological innovation, aimed at analyzing the social function of technological innovation, based on the initial assumption that technologies are tools of thoughts which fall within the social process in terms of its features and functionalities. The methodological approach was qualitative research interpretative and deductive nature. In the procedure method of field is used to indirectly

documentary technique, such as the literature, law, science and internet article.

**KEY-WORDS:** Social function. Technology. Technological innovation.

## 1 | INTRODUÇÃO

A tecnologia tem se mostrado como a principal razão de desenvolvimento e progresso de uma sociedade. No paradigma da vertente econômica dos nossos dias, a tecnologia vem se apresentando como um bem social e, em conjunto com a ciência, vem assumindo como um meio para a comunhão de valores aos mais infinitos e diversos produtos, tornando-se o segredo para o desenvolvimento econômico e social de uma região, bem como para a competitividade estratégica.

As Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) situam-se solidamente disseminadas no nosso dia-a-dia de tal maneira que podemos confirmar que existe um entrelaçamento entre pessoas e tecnologias que se solidifica nas ações que juntos desenvolvem.

Há pesquisas que indicam para um elevado aumento significativo do acesso à TIC na sociedade brasileira (CGI, 2009; WAISELFISZ, 2007; GALPERIN e MARISCAL, 2004).

Em um ambiente configurado e caracterizado, cada vez mais, pela diversidade e transversalidade do conhecimento e pelo acesso a informação, principalmente, faz-se primordial compreender como a inovação tecnológica pode ter reflexos intangíveis e tangíveis na sociedade e nas organizações públicas e privadas.

A inovação tecnológica pode ser compreendida como a capacidade que uma organização pública ou privada tem em produzir novas ideias, transformar esforços em produtos comercializáveis e visualizar oportunidades, agregando vincular a inovação tecnológica com a geração de ganhos e valores, sempre quase, voltada à questão financeira.

A terminologia inovação está relacionada ao ato de fazer algo novo e ao ato de inovar. Assim, em um mundo globalizado em que a cadeia do processo de mudança é significativamente presente, pois a inovação tecnológica figura no círculo de análises de diversas espécies, a inovação além de ser discutida em diversos meios da sociedade é, em muitas das vezes, tratada sem o devido cuidado conceitual.

Uma das importâncias dimensional na qual a terminologia inovação surge com maior frequência seria a relacionada a processos intensivos em conhecimento ou à produção de novos produtos. Esta importância de dimensão guarda relação com os desenvolvimentos tecnológicos e científicos, razão pela qual se utiliza ou se apropria do termo Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I).

Não seria de alvitre pensar que a inovação tecnológica seria como um jogo em que os resultados são a priori conhecidos ou até mesmo como um processo estático. Pelo contrário, refere-se a um processo incerto, bastante dinâmico, socialmente construído e que geralmente envolve-se em grandes controvérsias, ou seja, a controvérsia é

inerente à inovação, ou mesmo por definição, se trata de algo novo.

Tem-se percebido que bastante se tem cogitado e tratado sobre inovação tecnológica nos meios de comunicações, a exemplo da mídia, dos meios empresariais, dos meios acadêmicos etc.

Incentivos estão sendo criados destinados ao desenvolvimento de inovações tecnológicas. Todavia, parece que muito pouco se tem trabalhado para disseminar reflexões sobre questões pontuais que envolvem inovação, tecnologia e ciência.

Diante dessa realidade, questiona-se se as pessoas envolvidas com o processo de geração de inovações tecnológicas têm se preocupado com as questões sociais do desenvolvimento tecnológico e científico, voltado à função social para a qual a inovação tecnológica foi desenvolvida.

Desta forma, o objetivo do presente trabalho é analisar e discutir a função social no contexto da inovação tecnológica, contribuindo assim, com a temática. Igualmente, cabe ressaltar que o tema em questão já fora objeto de estudo de inúmeros doutrinadores e sob as óticas diversas, face à importância da função social nos inventos tecnológicos.

## 2 | TECNOLOGIA

O conceito de tecnologia é objeto de estudo por dezenas de diferentes autores (LEVY, 1993; LATOUR, 1987; BUNGE, 1980; MARX, 1980; dentre outros). Genericamente o sentido da terminologia tecnologia corresponde ao conhecimento de técnicas, ferramentas, sistemas de produção de objetos e de métodos, bem como de uso.

Para Oliveira (2001) “tecnologia refere-se a arranjos materiais e sociais que envolvem processos físicos e organizacionais, referidos ao conhecimento científico aplicável”.

Derivada do grego *téchné* (arte ou ofício) e *logia* (estudo de) é uma área de conhecimento em que as pessoas tratam do uso de ferramentas, da produção e da invenção, processos e artefatos, numa ação que tem por objetivo obter alguma espécie de benefício em grupo ou individual.

Há registros que demonstram que a produção de tecnologia e o uso remete-se a tempos pré-históricos e alguns teóricos como Tomasello (2003), Vygotsky (1998), e Leakey (1997) propagam que é justamente a capacidade nossa de inovação tecnológica, que facilitou nossa evolução em termos de espécie para tornar-nos a espécie única dominante do planeta.

Independente das abordagens antropológicas e das colocações sobre a questão da evolução da nossa espécie humana é clara e evidente que a tecnologia sempre ocupou um lugar de destaque na construção da civilização (ELIAS, 1993).

Outrossim, desde a invenção dos primeiros artefatos de caça à produção em massa de produtos industrializados, a tecnologia foi um elemento de destaque em propulsar o desenvolvimento humano enquanto espécie. Vivemos em um mundo

globalizado em que a tecnologia se apresenta e representa como o modo de vida da sociedade atual, na qual a automação, a cibernética, a computação eletrônica e a engenharia genética, são alguns dos ícones da sociedade tecnológica que nos envolve diariamente.

Por isso, a razão de haver a necessidade de refletir sobre a função social da tecnologia, inclusive quando há inovação desta, é de tamanha importância. Deste modo, para Bazzo *et al* (2003) a imagem tradicional ou convencional da tecnologia é que ela sempre teria como resultado manifestada nos artefatos tecnológicos, isto é, nos produtos industriais de natureza material (máquinas), regras fixas, ligadas à tecnologia numa visão convencional ou aplicada às leis das ciências físico-químicas.

Dentro deste contexto, conclui-se que a tecnologia é redutível à ciência e que é embasada pela postura filosófica do positivismo lógico de importante tradição acadêmica, para o qual as teorias científicas são valorativamente neutras.

É sabido que os cientistas não são responsáveis pela aplicação da ciência (tecnologia), mas a responsabilidade deveria recair sobre aqueles que se utilizam da tecnologia (ciência aplicada). Assim, essa visão contribuiu para alicerçar a ideia de que se a ciência é neutra, então os produtos de sua aplicação também o são.

Segundo Luján e Cerezo (2004), se a tecnologia é uma ciência aplicada, então estes sugerem que a aplicação seja posterior à aquisição de um conhecimento confiável sobre seus possíveis efeitos, ou seja, a aplicação tecnológica se perfaz sob o amparo do conhecimento teórico.

Há poucas possibilidades de se construírem surpresas desagradáveis, já que o prévio conhecimento científico é a melhor ferramenta para controlar as consequências de uma aplicação tecnológica, pois não se trata de um erro e processo cego de ensaio e sim de uma intervenção no mundo, seja ele globalizado, baseado no método experimental próprio da ciência moderna e no conhecimento teórico.

Portanto, a tecnologia, desde os primórdios e por muito tempo, foi considerada, ingenuamente, neutra. Entretanto, a partir do movimento lúdico em relação à tecnologia, o modo ingênuo de como a tecnologia era vista começava a ser discutida, questionada, ou seja, se deu conta de que a ciência não era neutra, que apesar de algumas serem utilizadas para o benefício dos seres humanos, existiam outras ciências que eram prejudiciais.

Miranda (2002) entende que a tecnologia moderna não pode ser considerada um mero estudo da técnica, devendo ser representada como mais que isso, pois surgiu quando a ciência, a partir do renascimento, se juntou à técnica, com o objetivo de promover a junção entre o fazer e o saber (prática e teoria). Segundo ainda a autora, a tecnologia é fruto da aliança entre ciência e técnica, a qual produziu a razão instrumental, como no dizer da Teoria Crítica da Escola de Frankfurt (MIRANDA, 2002).

Esta aliança proporcionou o agir racional com respeito a fins a serviço do poder econômico e político da sociedade alicerçada na maneira de produção capitalista (séc. XVIII) que tem como eixo propulsor o lucro, advindo da expropriação da natureza e da

produção.

Então, se antes o caráter contemplativo estava na razão, com o surgimento da modernidade, ela passou a ser instrumental; sendo nesse contexto que deve ser pensada a tecnologia moderna, não podendo ser analisada à margem do modo de produção, conforme Miranda (2002, *apud* MARX, 1980).

Portanto, as tecnologias seriam signos na medida que possibilitem organizar e estruturar a ação humana, constituindo-se ao mesmo tempo, produtores da cultura e produtos, numa dialética entre sociedade, pessoas, cultura e tecnologia, refletindo na construção de novos conhecimentos que poderão propiciar à criação de outras tecnologias e assim sucessivamente num processo fortemente dialético e recursivo ascendente.

## 2.1 Inovação tecnológica e função social

Não há dúvidas que a tecnologia afeta nossa sociedade nos variados sistemas sociais que compõem a civilização (CASTELL, 2008; BUNGE 1998). De acordo com Bunge (1999) uma inovação técnica age sobre a sociedade indiretamente ou direta, mas a intensidade do impacto social depende de diversos outros fatores como utilidade, originalidade, facilidade de uso, custo, nível educacional da população e capacidade aquisitiva.

As inovações tecnológicas podem modificar a maneira de vida e por consequente a cultura de um sistema social. Razão pela qual, toda inovação tecnológica é precedida de expectativas e de debates, algumas das quais se transformam apenas em mitos e outras se concretizam.

Assim, há várias definições de inovação tecnológica encontradas na literatura, como por exemplo, as definições encontradas nos manuais de Oslo (1996) e de Frascati (1993) da OECD (1996).

Porém, a definição usada por Sánchez e Souza Paula (2001) – “inovação tecnológica é a introdução de uma tecnologia na prática social” – parece bastante apropriada e oportuna na atualidade.

Segundo os autores, por “introdução na prática social” entende-se a utilização pela sociedade – ou por algum segmento dela – de uma nova tecnologia, seja com fins econômicos ou sociais. Esta definição, que para muitos pode se apresentar bastante incompleta e simples, amplia algumas considerações que a sustentam.

Alguns elementos mais importantes destacados, literalmente, por Sánchez e Souza Paula (2001) são:

1. Inovação é uma combinação de necessidades sociais e/ou demandas de mercado com os meios científicos e tecnológicos para resolvê-las; dessa forma, para realizá-la, concorrem atividades científicas, tecnológicas, produtivas, de distribuição, financeiras e comerciais.
2. O processo de inovação não está circunscrito ao uso de resultados de caráter técnico-material, mas inclui também a introdução daqueles resultados

da esfera das ciências sociais que culminam em recomendações ou prescrições de caráter organizacional, aplicáveis à gestão nos processos de produção de bens e serviços, assim como aqueles conhecimentos, métodos e procedimentos novos – ou assimilados e adaptados às condições próprias do país ou região – que contribuem para a melhoria de condições sociais tais como saúde e educação, entre outros.

3. Para uma tecnologia desenvolver-se com possibilidades de entrar num processo inovativo, devem conjugar-se três fatores:
  - a. o reconhecimento de uma necessidade social – expressa pela demanda do mercado ou pelo reconhecimento de uma carência social importante que o Estado ou outros segmentos se dispõem a enfrentar;
  - b. a presença de adequadas capacidades científicas e tecnológicas;
  - c. suficiente apoio financeiro.

Isso implica que, depois de desenvolvida e ter seu funcionamento tecnicamente demonstrado, a tecnologia poderá ser introduzida na prática social, isto é, tornar-se uma inovação, caso satisfaça as necessidades dos usuários; seja transferível; e os usuários da tecnologia tenham recursos humanos, materiais e financeiros adequados e suficientes para sua efetiva exploração (SÁNCHEZ e SOUZA PAULA, 2001).

Portanto, a inovação tecnológica é ao mesmo tempo um processo interativo e cumulativo. É um processo interativo pela participação sistêmica de múltiplos atores/instituições com funções diferenciadas – P&D, distribuidores, engenharia, comercializadores, produtores, qualidade total, normalização, usuários e serviços pós-venda entre outros e cumulativo.

Essa peculiaridade da inovação pontua que os arranjos institucionais influenciam de forma importante os processos inovativos. As instituições, por sua própria natureza, afetam as interações entre seus hábitos e as pessoas, os quais incorporam parcialmente os conhecimentos acumulados.

Por outro lado, os arranjos são requisitos de primordial importância para aprendizagem, viabilizar os processos interativos de conhecimento e capacitação tecnológica entre os diferentes atores.

Portanto, para que as inovações se realizem são precisos arranjos organizacionais específicos envolvendo um conjunto de habilidades, de instituições, com diferentes atores que muitas vezes apresentam objetivos antagônicos e de competências.

Na capacitação tecnológica para a inovação – um dos papéis desenvolvidos pelas empresas públicas de pesquisa e pelas universidades – o desafio é unir processos de inovação tecnológica e transferência de tecnologia com a capacitação dos recursos humanos, buscando potencializar seus resultados.

Para que isso ocorra se faz pertinente que se criem novos mecanismos de integração com a sociedade e que se construam ações estratégicas sintonizadas com a nova realidade competitiva, isto, sem perder de foco a importância da avaliação dos



respectivos impactos ambientais, econômicos e sociais das tecnologias geradas.

Deste modo, e dentro deste contexto, vale salientar que a expressão função social pressupõe o respeito aos interesses públicos, no exercício privado de algum direito. Assim, a função social ao se afastar das concepções individualistas, como princípio, propõe o equilíbrio dos interesses particular e público e a harmonização.

Segundo Miranda (2002), conforme a avaliação dos frankfurtianos é preciso guiar a razão (o pensar) para a emancipação do homem, e não para sua escravidão, como ocorre na razão instrumental, e também guiar a razão para emancipação, com uma maior independência da ciência, que nos tempos modernos tornou-se submissa e escrava da tecnologia, para redefinir qual a função social da ciência, da técnica e da tecnologia.

Ressalta-se que, na Constituição Federal de 1988 há disposição que assegura ao inventor de patentes, monopólio temporário para a sua utilização, tendo em vista o interesse social e o desenvolvimento tecnológico e econômico do País, ou seja, o artigo 5º, inciso XXIX, dispõe que:

A lei assegurará aos autores de inventos industriais privilégio temporário para sua utilização, bem como proteção às criações industriais, à propriedade das marcas, aos nomes de empresas e a outros signos distintivos, tendo em vista o interesse social e o desenvolvimento tecnológico e econômico do País.

A mesma Lei Magna também determina que a propriedade deva atender à sua função social (artigo 5º, inciso XXIII). Em suma, o direito à propriedade sobre a invenção tecnológica encontra-se ordinariamente subordinado a sua função social, ou seja, a sua utilidade ou serventia para a sociedade.

### 3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Depreende-se da referida pesquisa que o instituto da inovação tecnológica remonta desde a antiguidade, tendo, todavia, evoluído com o passar dos tempos. Tal progresso ocorreu face à importância natural de obter novas tecnologias.

Nesta vereda, tem-se que o instituto da inovação tecnológica, deverá buscar, sempre, o cumprimento de sua função social quando da invenção tecnológica em rol do interesse individual, mas sobretudo da sociedade.

### REFERÊNCIAS

BAZZO, W. A.; LINSINGEN, I. V.; PEREIRA, L. T. V. **Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)**. Mari, Espanha: OEI (Organização dos Estados Ibero-americanos), 2003.

BRASIL. **Constituição Federal do Brasil de 1988**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm)>. Acessado em: 18 setembro de 2015.

BUNGE, M. **Ciência e Desenvolvimento**. São Paulo: Ed. Universidade de São Paulo, 1980.

\_\_\_\_\_. **Sociologia de La Ciência**. Bs. As.: Editora Sudamericana, 1998.

\_\_\_\_\_. **Sistemas Sociales y Filosofia**. Bs. As.: Editora Sudamericana, 1999.

CASTELL, M. **A Sociedade em Rede**. v.1. Ed. 11. São Paulo: Editora Paz e Terra, 2008.

CGI. **Pesquisa sobre o Uso das Tecnologias da Informação e da Comunicação no Brasil: TIC Domicílios e TIC Empresas 2008** (coordenação executiva e editorial/executive and editorial coordination, Alexandre F. Barbosa; tradução/ translation Karen Brito). São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2009.

ELIAS, N. **O Processo Civilizador: formação do estado e civilização**. v.2. Rio de Janeiro, Editora Zahar, 1993.

GALPERIN, H.; MARISCAL, J. **Digital Poverty: Latin American and Caribbean Perspectives**. REDIS-DIRSI, 2004.

LATOUR, B. **Science in Action**. Cambridge, Harvard University Press, 1987.

LEAKEY, H. **A Origem da Espécie Humana**. Rio de Janeiro: Rocco, 1997.

LEVY, P. **Tecnologias da Inteligência: O futuro do pensamento na era da informática**. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1993.

LUJÁN, J.L. e CEREZO, J.A.L. **De la promoción a la regulación. El conocimiento científico en las políticas públicas de Ciencia e Tecnología**. In: LUJÁN, J.L. e ECHEVERRÍA, J. *Gobernar los Riesgos: ciencia y valores en la sociedad del riesgo*. Madrid: Biblioteca Nueva – OEI, 2004.

MARX, K. —. **Capital y tecnología: manuscritos inéditos de 1861- 1863**. México, D. F.: Editorial Terra Nova, 1980.

MIRANDA, A. L. **Da natureza da tecnologia: uma análise filosófica sobre as dimensões ontológica, epistemológica e axiológica da tecnologia moderna**. 2002. 161f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) - Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Curitiba.

OECD. **Manual de Frascati. Medición de las actividades científicas y tecnológicas**. Cuarta Edición, 1993, Paris.

\_\_\_\_\_. **Oslo Manual. Guide for data collection on technological innovation**. Second edition, 1996, Paris.

OLIVEIRA, M.R.S. **Do mito da tecnologia ao paradigma tecnológico; a mediação tecnológica nas práticas didático-pedagógicas**. Revista Brasileira de Educação. Set/Out/Nov/Dez Nº 18, p.101-107, 2001.

SÁNCHEZ, T.W.S; SOUZA PAULA, M.C. **Desafios institucionais para o setor de ciência e tecnologia: o sistema nacional de ciência e inovação tecnológica**. Parcerias Estratégicas: Estratégias para ciência, tecnologia e inovação. Ministério da Ciência & Tecnologia, N. 13, Dezembro de 2001.

TOMASELLO, M. **Origens Culturais da Aquisição do Conhecimento Humano**. São Paulo: Martins Fontes, 2003 (Coleção Tópicos).

VYGOTSKY, L. S. **Formação Social da Mente**. 6º Edição - São Paulo: Martins Fontes, 1998.

WAISELFISZ, J. **Mapa das desigualdades digitais no Brasil**. Rede de Informação Tecnológica Latino-Americana, RITLA, 2007.

## INSUCESSO EM LICITAÇÕES\_ O PONTO DE VISTA DA MORALIDADE

### **Flavio Pinheiro Martins**

Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto – FEA-RP/USP  
Ribeirão Preto – SP

### **Luciana Romano Morilas**

Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto – FEA-RP/USP  
Ribeirão Preto - SP

**RESUMO:** As licitações, intersecções entre estado e particulares, são palco profícuo para os princípios da administração pública, nesse contexto a moralidade se afigura como baliza imprescindível. O pregão eletrônico, forma inovadora de licitar, é responsável por fomentar a moralidade, economicidade e transparência da máquina pública. A Universidade De São Paulo – USP, ente da administração indireta, tem o dever de licitar e faz uso frequente do instrumento pregão , em especial na sua modalidade eletrônica. Não obstante os benefícios relatados desta modalidade sejam muitos, existe registro de um grande número de insucessos: os pregões acabam por ser fracassados ou desertos e podem ser anulados ou revogados. O objetivo deste estudo foi identificar os fatores preponderantes para os insucessos dos pregões no âmbito da USP, Campus Ribeirão Preto, entre os anos de 2013 a 2016. A metodologia utilizada foi pesquisa

documental nos sítios eletrônicos onde os pregões são registrados: Bolsa Eletrônica de Compras – BEC/SP e portal de pregões do governo paulista. Os resultados foram analisados e comparados com a bibliografia existente. Os principais fatores encontrados foram o desatendimento do descritivo e do preço referencial acima do mínimo lance ofertado, problemas relacionados a ambos agentes: administração pública e empresas. Os insucessos têm potencial lesivo aos princípios administrativos, bem como ao erário público, e devem ser minimizados para que o estado aumente sua eficiência.

**PALAVRAS-CHAVE:** Licitação; Pregão Eletrônico; Fracasso; Eficiência; Universidade De São Paulo; Bolsa Eletrônica de Compras.

**ABSTRACT:** Bidding represent intersections between state and private and are a fruitful stage for the public administration principles, in this context, morality seems to be an essential beacon. The electronic reverse auction is an innovative form of bidding and also is responsible for fostering the morality, economicity and transparency of the public machine. The University of São Paulo - USP, a public agency, has the legal obligation to do bids and makes frequent use of the reverse auctions. Although the reported benefits of this modality are many, there are a large number of

failures: the reverse auctions end up unsuccessful or deserted and can be canceled or revoked. The objective of this study was to identify the preponderant factors for the failures of the reverse auctions within the scope of usp, in the years of 2013-2016. The methodology used was documentary research in the electronic websites where the biddings are registered: state of sao paulo e-procurement portal (BEC/SP) and the auction portal (pregão.sp.gov.br). The results were analyzed and compared with the existing literature. The main factors found were the non-compliance of the descriptive and reference stipulated price, a problem that involves the university and the private. Failures can be harmful to administrative principles, as well to the public funds, and should be minimized in ways to make state more efficient.

**KEYWORDS:** Bidding; Electronic Reverse Auction; Failure; Efficiency; University Of Sao Paulo; E-Procurement Portal.

## 1 | INTRODUÇÃO

Na linguagem coloquial, *princípio* refere-se ao ponto de partida, começo ou base. Tal sentido é aproveitado pelo Direito, na medida em que os princípios consubstanciam os fundamentos do ordenamento jurídico. Nesse sentido, para compreender as leis é necessário que se conheça o que lhes deu origem. Com as licitações, em especial o pregão, não poderia ser diferente; sem retomar os princípios não é possível entender a modalidade em sua essência (NIEBHUR, 2004).

As licitações são palco frutífero para a manifestação dos princípios da Administração Pública; é neste cenário de intersecção entre Estado e particulares que a moralidade se mostra como baliza primordial na transformação dos recursos públicos em bens e serviços necessários à coletividade.

A conduta moralmente condenável nas licitações é causa para gerar a nulidade de todo o processo. A imoralidade afasta inclusive o aparente cumprimento da lei, em outras palavras, a conduta do agente público deve transcender a norma jurídica, no sentido de validar seus atos também sob o prisma da ética e da probidade (JUSTEN FILHO, 2001).

A inovação legislativa do pregão na sua forma eletrônica promove uma redistribuição de pesos na balança que harmoniza os princípios da administração pública. A modalidade potencializa, de maneira generalizada, a economicidade e a eficiência, além de promover a transparência, ao conferir a qualquer cidadão a possibilidade de acompanhar as licitações em tempo real pela internet. No que tange à moralidade, a inovação aumenta o controle social sobre a Administração Pública e os particulares, dificultando as práticas de conluio e a ocorrência de atos de improbidade em geral.

É relevante, portanto, maximizar o uso desta ferramenta, expandindo seu uso para os órgãos que não a utilizam e minimizando a quantidade de procedimentos que terminam em insucesso, situação recorrente no contexto das compras públicas.

Os resultados do número de pregões realizados no campus da USP de Ribeirão Preto mostram que o uso do pregão eletrônico aumentou muito nos últimos anos: no biênio 2015-2016, a quantidade de certames realizados nesta modalidade foi de 429, quatro vezes maior que no período anterior, o que demonstra um movimento migratório das modalidades licitatórias convencionais, previstas na Lei 8.666/93, para o pregão eletrônico, corroborando os resultados encontrados na bibliografia. Esses números justificam a existência desta pesquisa, que pretende avaliar a eficiência dos pregões eletrônicos realizados por cada uma das unidades do campus de Ribeirão da Universidade de São Paulo (USP), entidade autárquica da administração indireta, que deve fazer suas compras segundo as regras da Lei de Licitações.

## 2 | A MODALIDADE PREGÃO

A Lei 8.666/93, Lei de Licitações e Contratos, causou um grande avanço na padronização e moralização das compras públicas. Todavia, as modalidades de licitação previstas pela lei não conseguem atender às necessidades da Administração Pública com a celeridade necessária e, em decorrência disso, a lei é reputada como ineficiente em muitos aspectos (CARVALHO FILHO, 2014). Essa concepção também é percebida fora do ambiente acadêmico, na sociedade que espelha, nas licitações, o grande expoente da concepção de Estado ineficiente, que demora em atender até as necessidades mais básicas da coletividade.

Uma das tentativas de modernização das compras públicas, no contexto da reforma gerencial da Administração Pública, foi a criação de uma nova e promissora modalidade de licitação: o pregão. Inserido no contexto da criação da ANATEL, pela Lei 9.472/97, o pregão foi expandido e consolidado, em âmbito nacional, pela Lei 10.520/02. O instrumento tinha a missão de aumentar a eficiência geral das licitações. Posteriormente, a inovação legislativa passou a contar com sua forma eletrônica através do Decreto nº 5.450/05. O pregão pode ser conceituado como uma

modalidade de licitação pública destinada a contratos de aquisição de bens e ou prestação de serviços, ambos considerados comuns, cujo julgamento das propostas antecede a fase de habilitação, admitindo que os licitantes de melhor classificação renovem suas propostas oralmente (NIEBUHR, 2004, p. 19).

O pregão diferencia-se das demais modalidades de licitação por três características centrais:

- a. deve ser utilizado para aquisições de bens e serviços comuns, independentemente do valor estimado do objeto. Nas demais modalidades, existem faixas de valores que definem a forma de licitação adequada;
- b. opera-se uma inversão de fases, ou seja, as propostas são analisadas antes da habilitação. Aqui ocorre um grande ganho de celeridade no processo com relação às demais modalidades, na medida em que somente será analisada a documentação do vencedor.



- c. a fase de julgamento é dividida em duas partes, a primeira de propostas escritas, postas em ordem de acordo com os preços ofertados; e uma segunda fase, onde ocorre a etapa de lances, em que os licitantes podem alterar os preços de forma oral, em voz alta. Em uma espécie de leilão às avessas, ou leilão holandês, reiterando o significado da palavra pregão que, em suas diversas acepções, remete sempre a algo que é proclamado em voz alta ao olhar do público. A sinergia entre as três características é a grande responsável pelos altos índices de economicidade da modalidade (NIEBUHR, 2004), que tem sua síntese procedimental exemplificada na Figura 1.

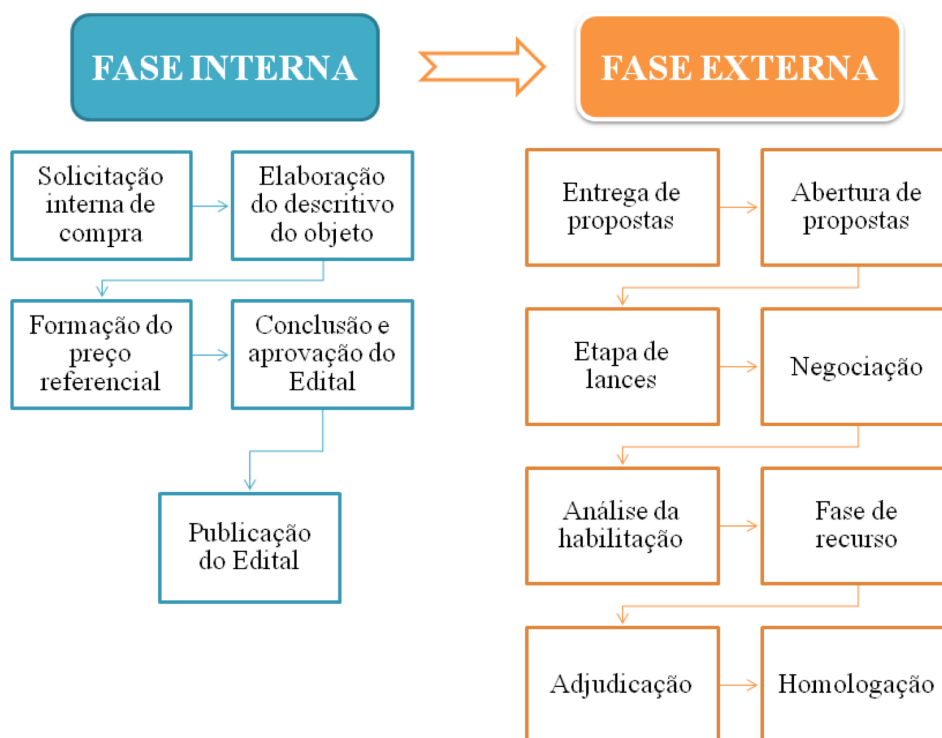


FIGURA 1 – Fases do Pregão

Fonte: Elaborado pelos autores.

O Pregão Eletrônico contempla as mesmas fases do pregão presencial, com a peculiaridade de desenvolver-se com o auxílio das Tecnologias da Informação e Documentação (TIC) e da internet. As etapas da fase externa desenvolvem-se no âmbito das bolsas eletrônicas de mercadoria, que no caso da USP é a Bolsa Eletrônica de Compras do Estado de São Paulo (BEC/SP).

Recorrentes são os estudos que expõem a eficiência do pregão eletrônico (KARYIADO, 2016; DUCATI, 2014; DE FARIA, 2011; FREITAS, 2011; BITTENCOURT, 2010; DE SOUZA, 2009; NUNES, 2007; FERNANDES, 2005). Não obstante, muitos pregões são malsucedidos e não resultam no objetivo final da licitação: a contratação do particular. Quando os pregões são mal sucedidos, eles podem ter quatro desfechos básicos, conforme descrito no Quadro 1.

TIPOLOGIA	DESCRIÇÃO
Fracassado	Todas as propostas e/ou habilitações são incondizentes com o Edital.
Deserto	Nenhum licitante se interessou em participar da licitação.
Revogado	Um fato superveniente torna a licitação desvantajosa para o Estado.
Anulado	Ocorre em caso de ilegalidade comprovada na licitação.

QUADRO 1 – Tipologia do insucesso – Pregões

Fonte: Elaborado pelos autores.

As situações de insucesso têm alto potencial lesivo para os cofres públicos, na medida em que resultam na repetição dos procedimentos ou na realização de contratações diretas, as quais não se beneficiam das vantagens procedimentais do pregão.

### 3 | MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletados dados sobre os pregões eletrônicos realizados pelas unidades do Campus da USP de Ribeirão Preto, no período de 2013-2016. A restrição do período se deve à disponibilidade de dados, já que a USP passou a usar a BEC em 2013, o que possibilita o acesso aos dados de maneira uniforme. A pesquisa documental utilizou como fontes os dados dos sítios de licitação: a) Pregao.sp.gov e b) Portal da Bolsa Eletrônica de Compras – BEC/SP.

Foram documentados 533 pregões eletrônicos realizados ao longo do período de 2013-2016, nas 10 unidades pesquisadas, a saber: Prefeitura do Campus da Ribeirão Preto (PUSP-RP), Centro de Tecnologia da Informação de Ribeirão Preto (CeTI-RP), Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto (EEFERP), Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto (EERP), Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto (FCFRP), Faculdade de Direito de Ribeirão Preto (FDRP), Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto (FEARP), Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto (FFCLRP), Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (FMRP) e Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto (FORP).

Do total de pregões realizados, foram registrados os dados constantes nos editais e atas de licitação referentes a 74 insucessos. Para cada licitação foram registradas suas principais informações, conforme modelo exemplificado no Quadro 2.

INFORMAÇÃO	EXEMPLO
Unidade	Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto □ FMRP
Nº do pregão	021/2015
Oferta de compra	102116100582015OC00026
Nº de lotes	1
Nº de itens	1
Valor referencial estimado	R\$ 33.150,00
Teve impugnação?	Não
Desfecho (4 possibilidades)	Fracassado
Motivação do desfecho (4 possibilidades)	Propostas em desacordo com o descritivo
Objeto	Aquisição de Carpete
Grupo de material	Artigos, Utensílios e Utilidades de Uso Geral
Código do grupo de material	72

QUADRO 2 - Informação tabulada - Pregão eletrônico

Fonte: Elaborado pelos autores.

Especial atenção foi dada ao registro das motivações dos insucessos, os quais podem ser visualizados no Quadro 3.

MOTIVAÇÃO	TIPOLOGIA	DESCRIÇÃO
Motivação 1	Preço referencial	Os licitantes não conseguem (ou não têm interesse em) contratar pelo valor máximo para a aquisição definido pelo órgão.
Motivação 2	Propostas	As propostas ofertam itens diferentes dos solicitados no Edital ou têm vícios formais insanáveis.
Motivação 3	Habilitação	A documentação referente à habilitação dos licitantes encontra-se em desacordo com o descritivo.
Motivação 4	Erro no Edital	O insucesso ocorreu devido a algum erro na elaboração do Edital.

QUADRO 3 - Tipologia das motivações

Fonte: Elaborado pelos autores.

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados mostram que 13,88% dos pregões eletrônicos realizados na USP de Ribeirão Preto resultaram em insucessos no período do estudo. Além disso, os dados demonstraram que duas unidades, das 10 pesquisadas, não tiveram ocorrências de insucessos no período. Ambas realizaram apenas 8 pregões eletrônicos, correspondendo a 1,5% do total do campus.

UN	2013 - 2014		2015 - 2016		Total	Total insucessos	%
	Total	Insucessos	Total	Insucessos			
1	13	1	81	15	94	16	17%
2	16	1	47	4	63	5	8%
3	17	2	134	22	151	24	16%
4	12	0	34	7	46	7	15%
5	11	1	51	3	62	4	6%
6	19	2	36	7	55	9	16%
7	2	0	2	0	4	0	0

8	4	1	23	4	27	5	19%
9	0	0	4	0	4	0	0
10	10	2	17	2	27	4	15%
<b>Total</b>	<b>104</b>	<b>10</b>	<b>429</b>	<b>64</b>	<b>533</b>	<b>74</b>	

TABELA 1 – Comparativo pregões eletrônicos e insucessos no Campus USP-RP

Fonte: Elaborada pelos autores.

A análise subsequente das atas e editais exigiu a exclusão de quatro dos 74 pregões, devido à inexistência de número Oferta de Compra no sítio do Pregão.sp.gov, o que inviabilizou a coleta dos demais dados necessários. Os 70 pregões restantes foram agrupados em quatro categorias de acordo com o desfecho do certame em fracassado, deserto, anulado ou revogado, conforme disposto na Figura 2.

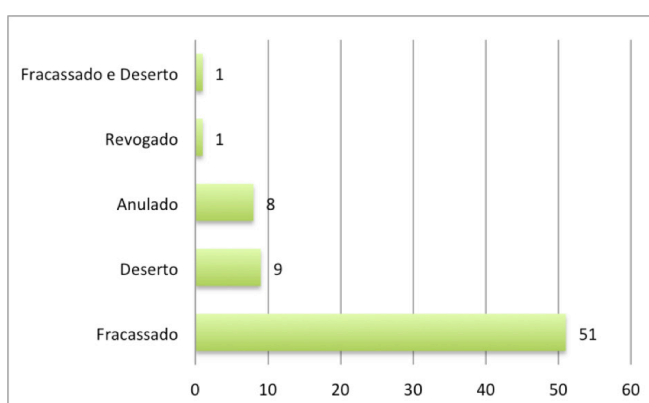


FIGURA 2 – Desfechos

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os resultados mostram o predomínio da tipologia “fracassado” entre os insucessos. A predominância desse tipo de desfecho direciona o debate para as razões pelas quais os licitantes são desclassificados ou inabilitados, deslocando o foco da tipologia: pregão deserto. Tais informações são um indicativo de que, por um lado, os particulares têm interesse em contratar com a administração pública e de que, por outro, os bens licitados despertam interesse do mercado. Todavia, os licitantes têm suas propostas e documentos de habilitação incompatíveis com o Edital.

Um aspecto que chama atenção nas ocorrências levantadas é o número pequeno de pregões revogados: apenas um no período em estudo. Parece pouco provável que em uma amostra de 533 licitações, ao longo de quatro anos, somente em uma ocasião ocorreu fato superveniente que desencadeou revogação. Tal situação pode indicar um entendimento diverso das possibilidades de desfecho, uma política institucional de evitar o uso do instituto da revogação ou ainda, a utilização de outras categorizações em lugar da revogação. Somente em um pregão, ocorreram duas situações concomitantes: alguns lotes fracassaram e outros foram desertos.

As motivações dos insucessos foram também agrupadas em quatro tipologias, já abordadas no capítulo anterior, cujos resultados encontram-se na Figura 3.

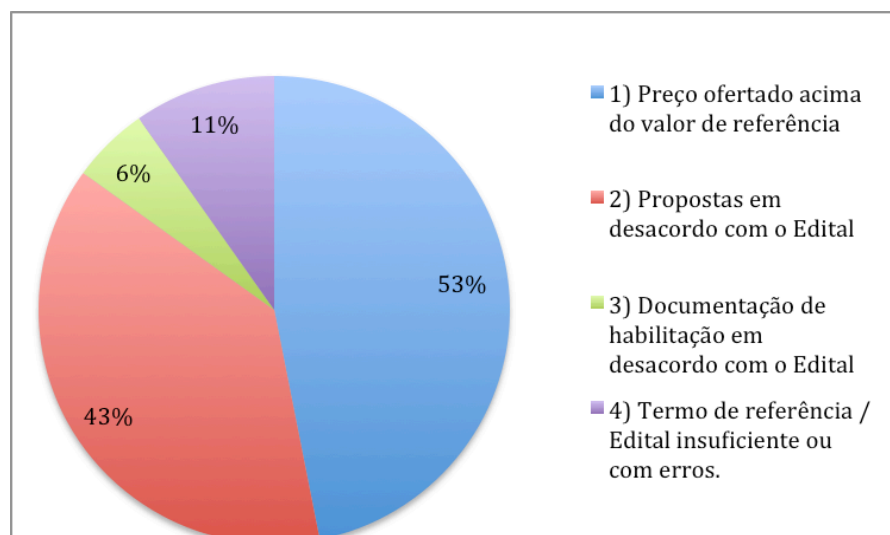


FIGURA 3 – Ocorrência das motivações

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os dados indicam a concentração dos fatores causadores dos insucessos em dois pontos, envolvendo tanto o preço de referência utilizado pela administração pública (motivação 1) quanto a ocorrência de divergências entre o que é solicitado no Edital e o que é ofertado (motivação 2). Também foi encontrada uma sobreposição de fatores em 17 dos pregões fracassados, que continham as motivações 1 e 2 presentes em lotes de um mesmo pregão.

Os resultados sugerem que as motivações 1 e 2 estão relacionadas entre si e ambas originam-se de problemas nas especificações dos pedidos de compra, o que pode levar tanto à formação de um preço de referência equivocado quanto à tentativa de licitar itens inexistentes ou raros no mercado.

Tais resultados corroboram os resultados da pesquisa de Karyado (2016), na qual a principal causa encontrada para os insucessos foi a discrepância entre os valores ofertados e o preço de referência da administração, bem como aos achados de Brandão (2016), nos quais as duas principais motivações para os insucessos foram a reunião de produtos de diferentes segmentos nas mesmas licitações e a especificação deficitária dos objetos.

Na pesquisa de Schuch (2010), 49,5% dos fracassos encontrados referiam-se também à impossibilidade dos licitantes alcançarem o preço referencial definido. Todavia, o autor encontrou, dentre os insucessos, um percentual de 39,8% pregões desertos, resultado que difere dos 13% encontrados neste estudo.

Outro ponto que chama atenção é a quase inexistência de impugnações: das 70 licitações abordadas, ocorreram somente três casos de impugnação, e nos 30 pregões onde se constatou divergência entre o objeto ofertado e o exigido pelo Edital, nenhuma impugnação foi impetrada.

A impugnação seria o instrumento adequado para contestar um Edital que ofertasse produtos inexistentes, direcionados para determinado fornecedor ou com

especificações erradas. A inexistência de impugnações indica que as causas dos insucessos envolvem diferentes agentes (administração pública e particulares) e sugere que as empresas não se atentam para a análise cuidadosa do Edital ou agem de maneira intencional ao ofertar itens diferentes, em geral inferiores, com o objetivo de minimizar seus custos, transferindo o ônus para a administração pública. A título de exemplo, em alguns pregões para aquisição de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), foram ofertados itens sem os Certificados de Aprovação (C.A.), um dos itens essenciais para aquisição desse tipo de produto. Em outro, as lâmpadas LEDs ofertadas tinham metade das horas-uso de autonomia exigidas pelo Edital.

Nos 20 pregões onde a motivação 1 foi a única causa do insucesso, constatou-se que os valores ofertados pelos licitantes estavam em média 44,41% acima do referencial da administração. A Tabela 2 logo abaixo relaciona as 10 maiores discrepâncias. Percebe-se que os maiores valores referem-se a pregões para contratação de serviços especializados, sugerindo que tais licitações têm um processo de cotação prévia mais complexo. Em geral seria complicado obter orçamentos para serviços que são ofertados por um número reduzido de empresas e que envolvem visitas técnicas locais, ainda mais considerando que, ao saber que tais orçamentos são destinados ao processo licitatório, as empresas que não têm interesse em contratar com o Estado sequer se disponibilizam para o envio de orçamentos, o que causa um efeito de “preço de licitação” diferente do almejado preço de mercado.

<b>OBJETO</b>	<b>VALOR REFERENCIAL</b>	<b>MELHOR OFERTA</b>
Serviço de arbitragem esportiva	R\$ 168.754,99	R\$ 5.000.000,00
Serviço de manutenção preventiva e corretiva de aparelhos esportivos	R\$ 14.800,00	R\$ 100.000,00
Serviços de consultoria	R\$ 14.000,00	R\$ 83.750,00
Serviço de corte, transporte e descasque de toras de pinus	R\$ 138.820,50	R\$ 499.000,00
Maravalha	R\$ 194.400,00	R\$ 532.800,00
Serviço de aquisição e implantação de softwares	R\$ 40.213,01	R\$ 100.000,00
Sistema de tomografia por coerência óptica	R\$ 282.550,00	R\$ 650.000,00
Eletrodomésticos	R\$ 13.355,00	R\$ 29.400,00
Peças de reposição para gerador	R\$ 5.289,52	R\$ 10.000,00
Hipoclorito de sódio	R\$ 72.600,00	R\$ 130.680,00

TABELA 2 – Maiores discrepâncias: Valor referencial vs Melhor oferta

Fonte: Elaborada pelos autores.

Um dos aspectos relacionados à motivação 2 refere-se à elaboração dos descritivos. Um indicativo de que existem problemas na elaboração desses documentos, tais como a solicitação de itens inexistentes ou com especificações incompletas. Ainda, um terceiro fator refere-se ao direcionamento dos pedidos de



compra. Schuch (2010), através de questionários aplicados em agentes chave do processo de licitação, identificou a prática de “copiar e colar” descrições de catálogos de internet nas solicitações, conduta que pode indevidamente direcionar a licitação para um fornecedor específico.

No que se refere aos valores, o montante total que não foi contratado nos pregões estudados corresponde a R\$ 3.603.540,94. Valor que, ao longo do quadriênio pesquisado teve sua aplicação nas atividades de ensino e pesquisa, prejudicada em decorrência dos insucessos. É preciso considerar também o custo do retrabalho e as decorrências da não contratação.

A USP não tem um estudo sobre o custo de cada processo de licitação; com base em estudos similares, é possível alcançar uma dimensão, ainda que vaga, do custo de cada procedimento. Da Silva (2015), encontrou os valores de R\$ 4.714,14 para cada pregão eletrônico efetuado, Ducati (2014) chegou no valor de R\$ 1.290,53 para a realização de cada pregão, dos quais R\$ 667,70 representavam os custos com pessoal, R\$ 578,82 custos com as publicações e R\$ 44,01 custos diversos. Já Tripadalli, Fernandes e Machado (2011), em estudo realizado no Governo do Amazonas em 2007, chegaram a um valor de R\$ 6.760,00, para o custo total unitário de cada compra, considerando também os custos decorrentes com armazenagem e distribuição. Além dos custos mensuráveis, é relevante apontar a existência de um custo de difícil mensuração, representado pela demora no atendimento das necessidades da Administração Pública, no caso as atividades de ensino, pesquisa e extensão do estado de São Paulo.

A decorrência lógica do insucesso é a não aquisição dos produtos e serviços, porém, se algo foi licitado inicialmente, pressupõe-se que a instituição necessita daquele item e que este foi adquirido por outras vias. No caso dos pregões desertos, supõe-se que foram contratados via dispensa de licitação; para os anulados e fracassados, deduz-se que os editais foram saneados e novamente licitados. Porém, levando-se em conta um potencial cenário de emergência decorrente da não contratação do bem, há grande potencial de enquadramento da licitação em uma das hipóteses de dispensa de licitação. Tendo em vista que o tempo de execução do pregão eletrônico, embora célere em comparação com outras modalidades de licitação, ainda é longo – Santana (2013) encontrou uma duração média de 20 dias, enquanto Silva et al (2011), identificou um cenário mais heterogêneo com variações de 20 a 77 dias. A prática da dispensa de licitação, como já apontado, pode ocasionar contratação por um preço mais alto ou direcionamento da compra a um determinado fornecedor, dentre outras consequências o que, inevitavelmente, gera prejuízo à instituição.

A principal decorrência do uso da dispensa refere-se ao seu impacto na economicidade, publicidade e moralidade. As dispensas realizadas em caráter de urgência tem potencial lesivo ao Estado, no sentido de não usufruírem dos altos percentuais de economia do pregão eletrônico e de não terem a mesma publicidade exigida das demais modalidades de licitação, além de do fato de poderem ser

realizadas, no caso da USP, fora do âmbito da BEC/SP, o que prejudica a transparência do procedimento.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados encontrados indicam que o Campus de Ribeirão Preto da USP tem um percentual de insucessos inferior ao da bibliografia consultada. Acredita-se que isso decorre da consolidação do procedimento na instituição ao longo dos últimos anos, bem como do uso do sistema da BEC/SP. Todavia, as causas encontradas denotam similaridade com as pesquisas existentes: os licitantes não atingem o valor referencial estipulado e as propostas desatendem o Edital.

Também é possível concluir que os insucessos estão relacionados à complexidade dos objetos, em especial os que se referem à aquisição de artigos de uso médico, hospitalar e laboratorial e aos serviços específicos, com baixa oferta no mercado.

Não obstante exista a previsão legal e o interesse público possa ser atendido através das contratações diretas, é sempre desejável que a aquisição, enquadrada inicialmente como pregão eletrônico, ocorra dentro das balizas desta modalidade, as quais se encontram pavimentadas e são comprovadamente mais vantajosas. Ao deslocar a aquisição do âmbito do pregão eletrônico para a dispensa, corre-se o risco de pagar um “custo de transação” alto e desvantajoso para o erário.

Os insucessos nas licitações têm potencial lesivo aos cofres públicos e sua redução passa, necessariamente, pelo fomento da moralidade administrativa, em sua concepção ampla, envolvendo servidores e particulares. A licitação não deve ser cenário para licitantes aventureiros ou desonestos, descompromissados com as necessidades da sociedade, tampouco deve ser tratada como mero ato de expediente por parte dos servidores públicos. Sugere-se que, em trabalhos futuros, sejam estudados os agentes envolvidos no processo da organização, particulares e servidores, de modo a identificar as diferentes visões e motivações envolvidas no processo licitatório.

## REFERÊNCIAS

BITTENCOURT, Sidney. **Pregão Eletrônico-revisado e ampliado**, Belo Horizonte: Fórum, 2010.

BRANDÃO, Franklin Torres. **Eficiência na gestão das compras públicas: um estudo de caso da modalidade pregão eletrônico nos processos licitatórios do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano**. 2016. Dissertação de Mestrado. Brasil.

BRASIL. **Decreto no 5.450, de 31 de maio de 2005**. Regulamenta o pregão, na forma eletrônica, para aquisição de bens e serviços comuns, e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2005/decreto/d5450.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/decreto/d5450.htm)> . Acesso em: 25 jun. 2017.

CARVALHO FILHO, J.S. **Manual de Direito Administrativo**. 27.<sup>a</sup> ed. São Paulo: Atlas, 2014.

DA SILVA, Ana Lêda Rocha et al. **Quanto custa um processo administrativo de compras e contratação de serviços? O Caso da Secretaria de Saúde do Município de Feira de Santana na**

**Bahia.** In: Anais do Congresso Brasileiro de Custos-ABC. 2015.

DE FARIA, Evandro Rodrigues et al. **Pregão eletrônico versus pregão presencial: estudo comparativo de redução de preços e tempo.** Revista de Contabilidade do Mestrado em Ciências Contábeis da UERJ, v. 16, n. 1, p. 47-61, 2011.

DE SOUZA, Wellington; TEIXEIRA, Aridélmo José Campanharo. **Um estudo sobre a viabilidade de implantação do pregão eletrônico e uma contribuição na apuração dos resultados nos processos licitatórios.** Revista de Educação e Pesquisa em Contabilidade (REPeC), v. 2, n. 2, p. 75-94, Brasília, 2009.

DUCATI, Erves. **O Custo do Pregão Eletrônico e a Aplicação do Princípio da Economicidade-Caso Eletrosul.** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), 2014.

FERNANDES, Ciro C. C. **Abrangência, inserção e impacto transformador dos sistemas de compras eletrônicas na administração pública - análise do Siasg/Comprasnet.** Revista do Serviço Público, Brasília, v. 56, n. 2, p. 195-216, abr./jun. 2005.

FREITAS, Marcelo de. **Investigação das causas dos problemas de gestão e execução dos contratos de prestação de serviços contínuos, licitados por pregão eletrônico, pela Diretoria de Administração do Campus-DIRAC/FIOCRUZ.** Tese de Doutorado. Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca. 2011.

JUSTEN FILHO, Marçal. **Comentários à Lei de Licitações e Contratos Administrativos. 8 ed.** São Paulo, Dialética, 2001.

KARIYADO, Monica Yukie et al. **Proposta e aplicação de uma sistemática baseada na gestão do conhecimento para a melhoria do processo de compras públicas.** São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2016.

NIEBUHR, Joel de Menezes. **Pregão Presencial e Eletrônico.** Curitiba, Zênite Editora, 2004.

NUNES, Novânia et al. **Pregão presencial e eletrônico: vantagens e desvantagens— um estudo de caso com os pregoeiros da UFSC.** Florianópolis, 2007.

SANTANA, Jair. **Licitações e contratos administrativos: uma visão necessária aos gestores.** Belo Horizonte: TJMG, 2013.

SCHUCH, Edison Viana. **A influência da formação do preço de referência no resultado dos pregões eletrônicos.** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010.

SILVA, Eudes de Queiroz; ROCHA, Renan Mendes. **Compras Governamentais: Uma análise das causas da morosidade dos processos de compras no âmbito da FUB.** Brasília: Universidade Federal de Brasília, 2011.

TRIDAPALLI, Juarez P.; FERNANDES, Elton; MACHADO, Waltair V. **Gestão da cadeia de suprimento do setor público: uma alternativa para controle de gastos correntes no Brasil.** Rev. Adm. Pública. Rio de Janeiro, v. 45, n. 2, p. 401-33, 2011.

## ACESSIBILIDADE EM SAÍDAS DE EMERGÊNCIA: O CASO DE UM COMPLEXO PÚBLICO

**Cristiano Lúcio Vieira**

Arquiteto e Urbanista e Pós-Graduado do Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho-UFF-Niterói-RJ.

**RESUMO:** Este artigo tem o objetivo de avaliar as condições de atendimento dos requisitos de acessibilidade nas saídas de emergência de um Complexo Público localizado no centro da cidade do Rio de Janeiro, considerando os conceitos de acessibilidade espacial e seus componentes. Essas considerações foram realizadas com base nos elementos constituintes das saídas de emergência da NBR 9077/2001. Sabe-se que as edificações Públicas, em sua maioria, são edifícios construídos em épocas progressas as regulamentações de prevenção e combate a incêndio e de acessibilidade. Portanto, necessitam de planejamento para elaborar medidas de modo a tornar essas edificações seguras e acessíveis para que as pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida possam usufruir com autonomia, segurança e conforto os seus espaços. Com isso, o artigo busca a importância de um olhar mais profundo para compreensão das necessidades reais da parte a ser beneficiada, promovendo uma melhor interação com as exigências normativas.

**PALAVRAS CHAVES:** Saídas de emergência, Pessoas com Deficiência, Acessibilidade

Espacial, Edificações Públicas.

**ABSTRACT:** This article has the objective of evaluating the conditions of attendance requirements of the emergency exits of a Public Complex located in the center of the city of Rio de Janeiro, considering the concepts of space accessibility and its components. These considerations were made based on the elements constituting the emergency exits of NBR 9077/2001. It is known that the Public buildings, in its majority, are buildings constructed in previous times the regulations of prevention and firefighting and of accessibility. Therefore, they need planning to develop measures to make these buildings safe and accessible so that people with disabilities or reduced mobility can enjoy their spaces with autonomy, security and comfort. With this, the article seeks the importance of a deeper look at understanding the real needs of the part to be benefited, promoting a better interaction with normative requirements.

**KEYWORDS:** Emergency Exits, People with Disabilities, Space Accessibility, Public Buildings.

### 1 | INTRODUÇÃO

A acessibilidade pode ser definida como a condição de acesso e uso de determinado lugar

(Andrade & Souza, 2008).

Acessibilidade significa poder chegar a algum lugar com conforto e independência, entender a organização e as relações espaciais que este lugar estabelece e participar das atividades que ali ocorrem fazendo uso dos equipamentos disponíveis (Andrade & Souza apud Dischinger, Bins Ely, & Machado, 2004).

O advento da acessibilidade possibilitou um olhar mais abrangente para as questões do espaço, tanto do meio urbano, como da edificação. Tais espaços atualmente devem ser planejados de modo a ficarem livres das chamadas barreiras arquitetônicas.

Barreiras arquitetônicas têm sido definidas como obstáculos construídos no meio urbano ou nos edifícios, que impedem ou dificultam a livre circulação das pessoas que sofrem de alguma incapacidade transitória ou permanente (Lamônica, Araújo Filho, Simonelli, Caetano, Regina, & Regiani apud Emmel, & Castro, 2003).

Faz-se necessário um parêntese, pois não será analisada a questão da acessibilidade de uma maneira abrangente a toda estrutura da edificação. A intenção é discutir os impactos da aplicação dos conceitos de acessibilidade nas saídas de emergência de edificações existentes que, na maioria dos casos, oferecem condições insatisfatórias de atendimento aos requisitos normativos.

Nessa perspectiva, discutir sobre como aplicar os conceitos de acessibilidade em conjunto com normas de prevenção e combate a incêndio são salutares, pois contribuem para buscar alternativas de soluções que possam oferecer condições iguais para pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida.

Durante uma emergência as pessoas com incapacidades físicas estão expostas a maiores riscos, uma vez que a sua capacidade de interpretação do ambiente que as rodeia pode estar condicionada pelas suas limitações (Neves, Coelho, & Rodrigues, 2011).

As edificações públicas construídas em épocas progressas as legislações de segurança contra incêndio e de acessibilidade apresentam restrições para adequarem seus espaços e assim absorver as novas demandas normativas. Deixando-as aquém de oferecer condições iguais de acesso e uso para pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida.

Segundo o decreto 5.296/12/2004, toda edificação deve e tem que ser baseada nos princípios de desenho universal, ou seja, acessível a todo e qualquer cidadão independentemente do tipo de deficiência que o mesmo apresenta (Ferreira, 2015).

A edificação estudada, em função das diversas expansões realizadas ao longo das décadas, as saídas de emergência encontram-se em condições insatisfatórias de garantir condições iguais de acessibilidade e manutenção a vida para as pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida.

O objetivo deste artigo é avaliar as condições de atendimento dos requisitos de acessibilidade nas saídas de emergência da edificação estudada, considerando os conceitos de pessoa com deficiência, acessibilidade espacial e seus componentes.

Essa avaliação será feita com base nos elementos constituintes das saídas de emergência, conforme determina a NBR 9077/2001.

O artigo foi organizado em seis seções a fim de atingir o objetivo principal. A primeira apresenta a introdução do problema a ser estudado e a formulação de sua situação e o objetivo almejado com o desenvolvimento do estudo. Na seção 2 serão abordados os conceitos teóricos de pessoa com deficiência, saídas de emergências e acessibilidade espacial e seus componentes, utilizadas para desenvolvimento deste estudo. Na seção 3 será feita uma contextualização do cenário no qual se encontra o objeto deste estudo como sua identificação e apresentação de suas características e sua relevância para o estudo. Na seção 4 será apresentada a metodologia de trabalho adotada para o estudo, o instrumento de avaliação e a linha de raciocínio utilizado para o levantamento do diagnóstico e suas considerações. Na seção 5 será feita a análise crítica dos resultados encontrados na área de estudo descrevendo os impactos para as pessoas com deficiência e mobilidade reduzida. Por fim, na seção 6 será apresentada a conclusão, destacando as deficiências encontradas pelo artigo e as possíveis considerações mediante a relevância do tema abordado em questão.

## **2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Para compreensão do referencial teórico utilizado neste artigo, definem-se o conceito de saídas de emergência, acessibilidade espacial e seus componentes.

### **2.1 Saídas de emergência**

Saída de emergência ou rota de saída ou de desocupação de uma edificação é um caminho contínuo, devidamente protegido, sinalizado, iluminado, constituído por portas, corredores, escadas, rampas, saguões, passagens externas e etc., a ser percorrido pelos ocupantes, por seus próprios meios, em caso de incêndio ou de outra emergência, a partir de qualquer ponto da edificação, até atingir a via pública ou outro espaço interno/externo definitivamente seguro (Brentano, 2015).

### **2.2 Acessibilidade espacial**

Por acessibilidade espacial entendemos a possibilidade de obter informações do ambiente de forma a poder orientar-se e escolher aonde ir, deslocando-se em percursos seguros, utilizando todos os equipamentos, para, enfim, participar das diferentes atividades que ali ocorrem, interagindo com os demais usuários (Andrade & Ely, 2011).

Segundo Dischinger, Bins Ely e Piardi (2009), para que seja possível a criação de ambientes acessíveis a todas as pessoas é fundamental compreender os diferentes componentes de acessibilidade espacial:

- A orientação espacial está ligada à compreensão do espaço, permitindo,



assim, que os usuários reconheçam a identidade de funções do espaço e definam suas estratégias de deslocamento e uso. As condições de orientação dependem das configurações arquitetônicas e dos suportes informativos adicionais existentes, bem como das condições do indivíduo de tomar decisões e agir;

- A comunicação refere-se às possibilidades de troca de informações interpessoais, ou troca de informações por meio da utilização de equipamentos de tecnologia assistiva, que permitam o acesso, a compreensão e o uso das atividades existentes;
- O deslocamento faz referência às condições de movimento ao longo de percursos horizontais e verticais de forma independente, segura e confortável, sem interrupções e livre de barreiras;
- O uso é obtido através da possibilidade de participação de todo e qualquer indivíduo nas atividades, podendo utilizar todos os ambientes e equipamentos.

Segundo Dischinger, Bins Ely e Piardi (2009), “cada componente é constituído por um conjunto de diretrizes que definem características espaciais de forma a permitir a acessibilidade aos edifícios públicos e minimizar possíveis restrições”.

Para que se obtenha a acessibilidade espacial, é necessário que se atenda aos componentes em sua totalidade. Cabe salientar que a ausência de um destes componentes resulta no comprometimento dos demais (Andrade & Ely, 2011).

### 3 | O OBJETO DE ESTUDO

A edificação, objeto do estudo, está situada no Castelo, centro da Cidade do Rio de Janeiro, localizada em um quarteirão com acessos para a Avenida Presidente Antônio Carlos, Avenida Erasmo Braga, Rua Dom Manoel e o Beco da Música. A figura 1 ilustra a localização e as características construtivas da edificação estudada.

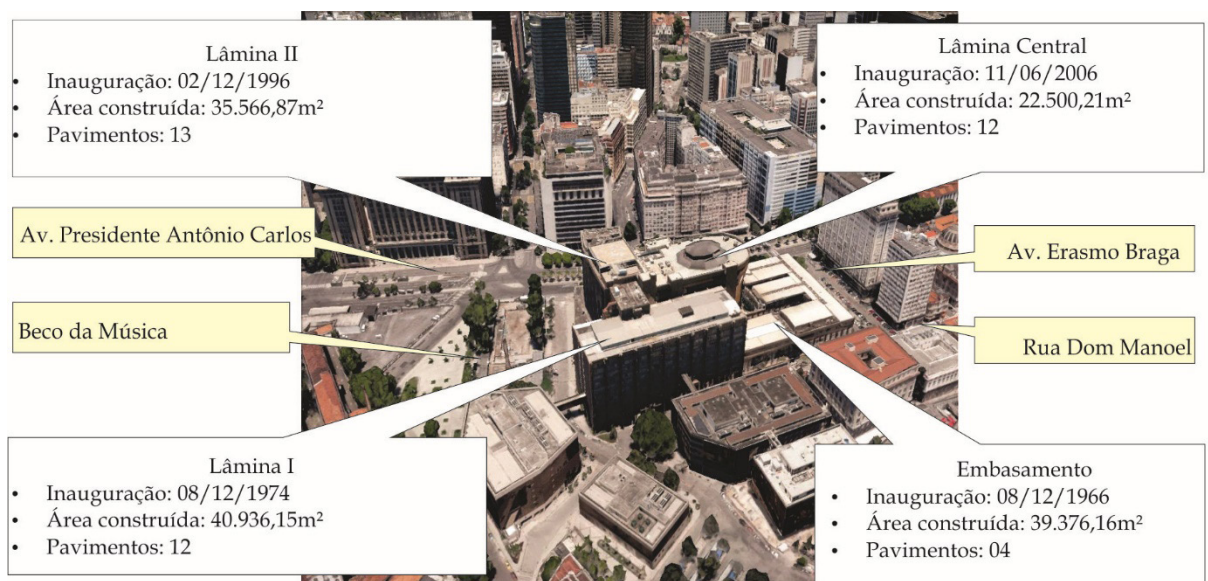


Figura 1-Localização do objeto de estudo

Fonte: Google Earth (Acessado em 01/08/2016)

O Complexo Público estudado é composto por quatro edifícios que totalizam uma área de 138.379,30m<sup>2</sup>. Pode-se observar a evolução da edificação ao longo dos anos através das datas de inauguração de cada edifício, que acabaram por atribuir características peculiares aos mesmos, conforme a evolução tecnológica de cada época.

O modo como a edificação evoluiu ao longo dos anos contribuiu para o surgimento de diversas barreiras arquitetônicas impedindo que o acesso seja feito de forma autônoma, segura e confortável para as pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida. Associada a tipologia construtiva e as dimensões da planta, a edificação apresenta trechos de vulnerabilidade que contribuem para uma rápida propagação do fogo entre os edifícios, o que demanda um tempo rápido de resposta do escape.

#### 4 | MÉTODOS E PESQUISAS

Para o desenvolvimento do estudo, adotou-se a pesquisa exploratória, através do processo de visitas ao local do estudo. Foi realizado um total de cinco visitas para fazer o levantamento do diagnóstico das instalações do objeto de estudo. No processo de levantamento de diagnóstico foi aplicado um checklist para obter uma avaliação quantitativa dos requisitos em conformidade. O modelo do checklist utilizado no levantamento do diagnóstico segue representado na tabela 1.

Lista de Verificação Para Saída de Emergência.				
Legislação ou Norma Avaliada	Nome da Edificação	Data	Revisão	Folha:
Item ou artigo:	Descrição:	C	NC	NA

Tabela 1-Modelo do checklist utilizado no levantamento de campo

O *checklist* foi elaborado de forma objetiva, com 3 parâmetros de análise: C: conforme, para quando o elemento estava de acordo com os requisitos técnicos; NC: não conforme, para quando o elemento não estava de acordo com os requisitos técnicos e NA: não aplicável, para quando não havia aplicação técnica para o elemento em avaliação.

O checklist foi aplicado em conjunto com uma linha de raciocínio que compreende o movimento inicial de escape no ambiente interno da edificação até o seu término em um ponto de encontro localizado na área externa à edificação. As etapas obedecem a uma ordem de acordo com os componentes da saída de emergência segundo a NBR 9077/2001 e seguem ilustradas na figura 2.

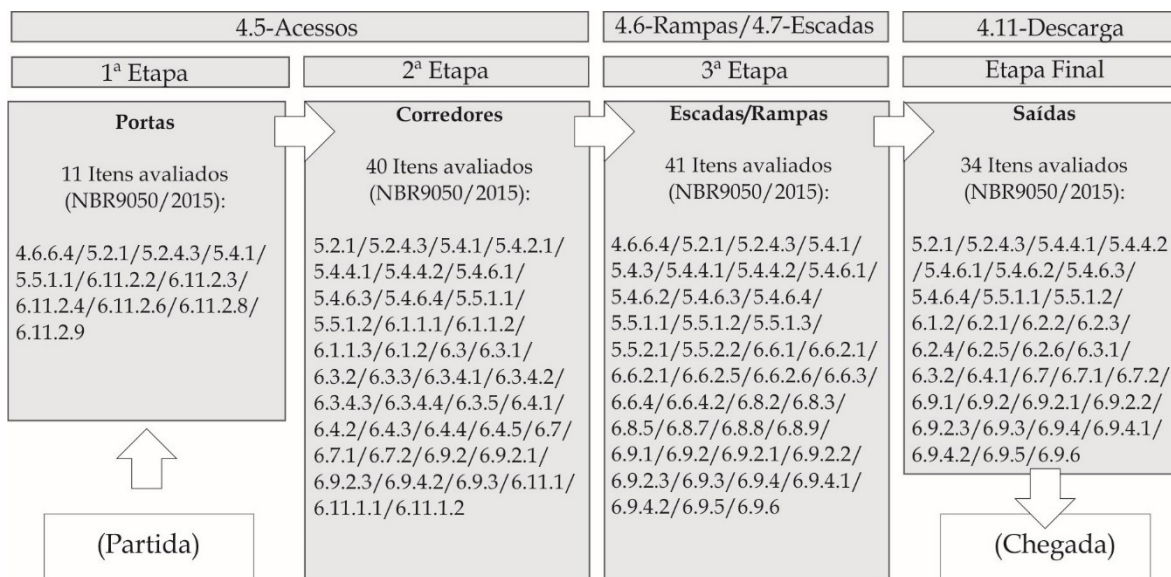


Figura 2- Itens avaliados da NBR 9050/2015 na saída de emergência

Foram avaliadas somente as variáveis de acessibilidade que se aplicam nos componentes do sistema de saída de emergência da edificação estudada, considerando a fundamentação teórica adotada para este estudo.

## 5 | ANÁLISE CRÍTICA

Nesta etapa serão apresentadas as discussões dos resultados obtidos com o levantamento de campo, que contou com o auxílio do checklist. Serão apresentados na tabela 2, os itens da NBR 9050/2015 avaliados e a estrutura do checklist.

NBR 9050/2015 (80 itens)		
4.6.6-Barra antipânico	(01 item)	4.6.6.4
5.2-Sinalização	(16 itens)	5.2.1/5.2.4.3/5.4.1/5.4.2.1/5.4.3/5.4.4.1/ 5.4.4.2/5.4.6.1/5.4.6.2/5.4.6.3/5.4.6.4/ 5.5.1.1/5.5.1.2/ 5.5.1.3/5.5.2.1/5.5.2.2
6.1-Rota Acessível	(07 itens)	6.1.1.1/6.1.1.2/6.1.1.3/6.1.2/6.7/6.7.1/ /6.7.2
6.2-Acessos	(05 itens)	6.2.1/6.2.2/6.2.3/6.2.5/6.2.6
6.3-Circulação	(09 itens)	6.3/6.3.1/6.3.2/6.3.3/6.3.4.1/6.3.4.2/6. .3.4.3/ 6.3.4.4/6.3.5
6.4-Rota de fuga	(06 itens)	6.4.1/6.4.2/6.4.3/6.4.4/6.4.5/6.4.5.1
6.6-Rampas	(08 itens)	6.6.1/6.6.2.1/6.6.2.2/6.6.2.5/6.6.2.6/6. .6.3/6.6.4/ 6.6.4.2
6.8-Escadas	(06 item)	6.8.2/6.8.3/6.8.5/6.8.7/6.8.8/6.8.9
6.9-Corrimãos/Guarda-corpos	(11 itens)	6.9.1/6.9.2/6.9.2.1/6.9.2.2/6.9.2.3/6.9. .3/6.9.4/ 6.9.4.1/6.9.4.2/ 6.9.5/6.9.6
6.11-Circulação interna	(03 itens)	6.11.1/6.11.1.1/6.11.1.2

6.11.2-Portas (08 itens) 6.11.2.2/6.11.2.3/6.11.2.4/6.11.2.6/6.11.2.8/6.11.2.9/6.11.2.11/6.11.2.13

NBR 9050/2015-Checklist						
Edificação	Conforme	(%)	Não conforme	(%)	Não aplicável	(%)
Embasamento	06	08	50	62	24	30
Lâmina I	07	09	52	65	21	26
Lâmina II	06	08	53	66	21	26
Lâmina Central	14	18	46	58	20	24

Tabela 2- Checklist-NBR 9050/2015

Em uma primeira análise, dos 80 itens avaliados, pode-se observar o baixo índice de atendimento aos requisitos de acessibilidade da NBR 9050/2015 nas saídas de emergências. Esse resultado tem relação direta com as diversas expansões realizadas ao longo dos anos e que, contribuíram para o surgimento de diversas barreiras arquitetônicas encontradas na estrutura da edificação.

Faz-se mister, considerar as datas de inauguração dos edifícios que compõem a edificação estudada, dos quatros edifícios, três foram construídos progressivamente à criação das legislações de combate a incêndio e de acessibilidade. O decreto federal 5.926/2004, a partir da data de sua publicação, estipula um prazo de 30 dias para que as edificações já existentes de uso público se adequem as novas exigências de acessibilidade.

O que ocorre na realidade é que edificações com estas características possuem uma série de impedimentos estruturais para se adequarem as exigências do decreto.

Portanto, foram analisadas as implicações que exerceram impacto direto nas condições de acessibilidade. Foram discutidos os pontos essenciais que contribuem na melhoria de atendimento das saídas de emergência para os indivíduos com deficiência ou mobilidade reduzida.

## 5.1 Portas

As portas constituem a primeira etapa a ser superada no sistema de saída de emergência. Nesta etapa, avaliou-se a capacidade das portas, em oferecer meios que facilitem o movimento inicial de escape e em contrapartida, oferecer condições que possibilitem exercer este movimento com autonomia, segurança e conforto. No caso, para as pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida, foram considerados os conceitos de acessibilidade espacial para que as portas possam estar de acordo com os requisitos de acessibilidade da NBR 9050/2015.

No conceito de saída de emergência, a porta deve possuir uma correta sinalização do local de saída, o sentido de abertura não deve diminuir a largura efetiva de escape do corredor e que deve estar de acordo com o fluxo de escape, a largura deve ser dimensionada de modo a atender ao número de unidades de passagem, conforme a população que irá escapar do ambiente.

Os problemas encontrados nas portas avaliadas, seguindo os conceitos de acessibilidade espacial, estão associados a orientação, comunicação e ao uso. Portanto, como forma de melhorar o desempenho de acessibilidade de acessibilidade das portas nas saídas de emergência, foram listadas na tabela 3, as variáveis essenciais que devem ser aplicadas para este elemento.

<b>Portas Variáveis Essenciais (ABNT NBR 9050/2015)</b>		
Variável:	Item (s):	Descrição:
<b>Largura</b>	6.11.2.4	Devem ter um vão livre de no mínimo 0.80m de largura e 2.10 de altura. Em portas de duas ou mais folhas, pelo menos uma delas deve ter o vão livre de 0.80m.
<b>Mecanismo de Abertura</b>	4.6.64/6.41	Devem ser dotadas de barra antipânico, conforme ABNT NBR 11785.
<b>Deslocamentos (aproximação)</b>	6.11.2.2/6.11.2.3	Deixar espaço ao lado da porta de 0.30m livre, para o deslocamento frontal no sentido do fluxo, no sentido contrário deixar espaço de 0.60m livre. No deslocamento lateral, deixar espaço ao lado da porta de 0.60m livre.
<b>Sinalização</b>	5.5.1.1/5.5.1.2	Deve ser afixada em local visível, indicado a saída de emergência. Deve conter informações sonoras, visuais e táteis. Devem obedecer ao estabelecido na ABNT NBR 13434 (todas as partes).

Tabela 3- Variáveis essenciais-Portas

## 5.2 Corredores

Os corredores constituem a segunda etapa a ser superada no sistema de saída de emergência. Nesta etapa, avaliou-se a estrutura do corredor em receber a população dos ambientes em possibilitar um fluxo fácil e livre de obstrução, permitindo um escape seguro dos diversos grupos de usuários ocupantes dos pavimentos da edificação.

No conceito de saída de emergência, o layout do corredor deve delimitar os usos dos espaços de modo a permitir um fluxo livre de obstáculos. A largura deve excluir os espaços que não forem utilizados com a finalidade de escape, o cálculo das unidades de passagem deve ser feito em função do cálculo da população do pavimento a ser abandonado. A sinalização de orientação e salvamento deve ser planejada em conjunto com a iluminação de emergência, de forma a possibilitar uma comunicação clara e eficiente até a escada de emergência mais próxima. O controle de fumaça e propagação do fogo ao longo dos corredores pode ser feito por meio de portas resistentes ao fogo, com o sentido de abertura de acordo com o fluxo de escape com barra antipânico confeccionada para possuir um tempo mínimo de resistência ao fogo, conforme a NBR 11742/2003. O piso do corredor deve ser possuir características



antiderrapantes.

Os problemas encontrados nos corredores avaliados, seguindo os conceitos de acessibilidade espacial, estão associados a orientação, deslocamento, comunicação e ao uso. Portanto, como forma de melhorar o desempenho de acessibilidade dos corredores nas saídas de emergência, foram listadas na tabela 4, as variáveis essenciais que devem ser aplicadas para este elemento.

<b>Corredores Variáveis Essenciais (ABNT NBR 9050/2015)</b>		
Variável:	Item (s):	Descrição:
<b>Largura</b>	6.4.1/6.11.1	Devem ser dimensionados de acordo com o fluxo de pessoas e obedecer ao estabelecido na ABNT NBR 9077/2001 e devem garantir uma faixa livre de barreiras ou obstáculos.
<b>Piso</b>	6.3.1/6.3.2	Devem ter superfície regular, firme, estável, não trepidante para dispositivos com rodas e antiderrapante, sob qualquer condição (seco ou molhado).
<b>Degraus Isolados</b>	6.7/6.7.1/ 6.7.2	Devem estar associados a rampas ou equipamentos eletromecânicos de transporte vertical. Devem seguir o dimensionamento em 6.8.2, devem conter corrimãos, conforme em 6.9 e devem ser sinalizados em toda sua extensão, conforme 5.4.4.1.
<b>Desníveis</b>	6.3.4.1	Devem ser evitados. Desníveis de até 5 mm, dispensam tratamento. Desníveis superiores a 5 mm até 20 mm, devem possuir inclinação máxima de 1:2 (50%). Desníveis superiores a 20 mm devem ser considerados como degrau.
<b>Grelhas/ Juntas de Dilatação</b>	6.3.5	Devem estar fora do fluxo de escape. Quando não possível tecnicamente, os vãos devem ter dimensão máxima de 15 mm, devem ser instalados perpendicularmente ao fluxo principal ou ter vãos de formato quadriculado/circular, quando houver fluxos em mais de um sentido de circulação.
<b>Inclinação</b>	6.3.3	A inclinação longitudinal deve ser inferior a 5%, caso contrário, será considerada como rampa.
<b>Sinalização</b>	5.2/5.5.1.1/ 5.5.1.2/ 6.3.8/6.4.2	Devem ser sinalizados para localização, advertência e instruções, com informações visuais, sonoras e táteis, de acordo com 5.2 e obedecer ao estabelecido na ABNT NBR 13434 (todas as partes).



<b>Iluminação</b>	6.4.2	Devem ser iluminados com dispositivos de balizamento de acordo com o estabelecido na ABNT NBR 11785.
<b>*Área de Resgate</b>	6.4.5.1	*A norma não define parâmetros para incorporar área de resgate nos corredores, quando da impossibilidade de serem incorporadas as escadas de emergência.

Tabela 4-Variáveis essenciais-Corredores

### 5.3 Rampas

As rampas constituem a terceira etapa a ser superada no sistema de saída de emergência. Nesta etapa, avaliou-se a estrutura das escadas e rampas, em receber a população dos corredores e possibilitar um fluxo fácil e protegido, permitindo o escoamento em tempo hábil dos ocupantes dos pavimentos da edificação.

No conceito de saída de emergência, as rampas quando consideradas como meio de escape devem seguir os mesmos critérios estruturais das escadas, ou seja, oferecer as mesmas condições de escape, caso contrário, não devem ser usadas como meio de escape.

Os problemas encontrados nas rampas avaliadas, seguindo os conceitos de acessibilidade espacial, estão associados a orientação, deslocamento, comunicação e ao uso. Portanto, como forma de melhorar o desempenho de acessibilidade das rampas nas saídas de emergência, foram listadas na tabela 5, as variáveis essenciais que devem ser aplicadas para este elemento.

Rampas Variáveis Essenciais (ABNT NBR 9050/2015)		
Variável:	Item (s):	Descrição:
Largura	6.4.1/6.6.2.5	Devem ser dimensionados de acordo com o fluxo de pessoas e obedecer ao estabelecido na ABNT NBR 9077/2001. Largura mínima recomendável 1.50m.
Piso	6.3.1/6.3.2	Devem ter superfície regular, firme, estável, não trepidante para dispositivos com rodas e antiderrapante, sob qualquer condição (seco ou molhado).
Inclinação	6.6.1/6.6.2/ 6.6.2.1/6.6.2.2/	Devem possuir inclinação de 5% a 8.33%, sendo admissível em casos de reforma, inclinação superior a 8.33%.
Guia de Balizamento	6.6.3	Podem ser de alvenaria ou outro material alternativo e ter altura mínima de 5 cm.

Patamares	6.6.4/6.6.4.2	Devem ter dimensão longitudinal mínima de 1.20m. Quando situados em mudança de direção da rampa devem ter dimensões iguais à largura da rampa. A inclinação transversal dos patamares não pode exceder 2% em rampas externas e 3% em rampas internas.
Corrimão	6.6.2.6/6.9	Devem possuir corrimãos em duas alturas e em cada lado, de forma contínua, conforme 6.9.
Sinalização	5.2/5.5.1.1/ 5.5.1.2 6.3.8/6.4.2	Devem ser sinalizados para localização, advertência e instruções, com informações visuais, sonoras e táteis, de acordo com 5.2. Devem ser sinalizados, de acordo com o estabelecido na Seção 5. Devem obedecer ao estabelecido na ABNT NBR 13434 (todas as partes).
Iluminação	6.4.2	Devem ser iluminados com dispositivos de balizamento de acordo com o estabelecido na ABNT NBR 11785.
Portas	4.6.64/6.41	Devem ser dotadas de barra antipânico, conforme ABNT NBR 11785.

Tabela 5-Variáveis essenciais-Rampas

## 5.4 Escadas

As escadas, assim como as rampas, constituem a terceira etapa a ser superada no sistema de saída de emergência. Nesta etapa, avaliou-se a estrutura das escadas, em receber a população dos corredores e possibilitar um fluxo fácil e protegido, permitindo o escoamento em tempo hábil dos ocupantes dos pavimentos da edificação.

No conceito de saída de emergência, as escadas devem ter corrimãos instalados de forma contínua em ambos os lados, a sinalização de orientação e salvamento com condições fotoluminescentes necessárias que permitam uma boa leitura da rota de escape e estar de acordo com o estabelecido na ABNT NBR 13434 (todas as partes), a iluminação de emergência instalada em pontos estratégicos com duração de 01h30minh, a caixa de escada em condições construtivas adequadas a resistir às 4h de fogo, a ventilação corretamente dimensionada, as portas corta fogo em condições de garantir o controle adequado da fumaça evitando sua propagação para o interior da caixa da escada, estando de acordo com os critérios da NBR 11742/2003 e bem sinalizada e a largura da escada deve estar de acordo com o cálculo da população do maior pavimento da edificação.

Os problemas encontrados nas escadas avaliadas, seguindo os conceitos de acessibilidade espacial, estão associados a orientação, deslocamento, comunicação e ao uso. Portanto, como forma de melhorar o desempenho de acessibilidade das escadas nas saídas de emergência, foram listadas na tabela 6, as variáveis essenciais

que devem ser aplicadas para este elemento.

Escadas Variáveis Essenciais (ABNT NBR 9050/2015)		
Variável:	Item (s):	Descrição:
Largura	6.4.1/6.8.3	Devem ser dimensionados de acordo com o fluxo de pessoas e obedecer ao estabelecido na ABNT NBR 9077/2001. Largura mínima recomendável 1.20m.
Piso	6.3.1/6.3.2	Devem ter superfície regular, firme, estável, não trepidante para dispositivos com rodas e antiderrapante, sob qualquer condição (seco ou molhado).
Degraus	6.8.2/6.8.5/	Devem ser dimensionados, conforme 6.8.2. A inclinação transversal dos patamares não pode exceder 1% em rampas externas e 2% em rampas externas.
Guia de Balizamento	6.6.3	Podem ser de alvenaria ou outro material alternativo e ter altura mínima de 5 cm.
Patamares	6.8.7/6.8.8/6.8.9	Devem ter dimensão longitudinal mínima de 1.20m. Quando situados em mudança de direção da escada, devem ter dimensões iguais à largura da escada.
Corrimão	6.6.2.6/6.9	Devem possuir corrimãos em duas alturas e em cada lado, de forma contínua com empunhadura e dimensões adequadas, conforme 6.9.
Sinalização	5.2/5.5.1.1/ 5.5.1.2/ 6.3.8/6.4.2	Devem ser sinalizados para localização, advertência e instruções, com informações visuais, sonoras e táteis, de acordo com 5.2. Devem ser sinalizados, de acordo com o estabelecido na Seção 5. Devem obedecer ao estabelecido na ABNT NBR 13434 (todas as partes).
Iluminação	6.4.2	Devem ser iluminados com dispositivos de balizamento de acordo com o estabelecido na ABNT NBR 11785.
Portas	4.6.64/6.41/6.8.8	Devem ser dotadas de barra antipânico, conforme ABNT NBR 11785. Sua área de varredura não deve interferir na dimensão do patamar.
Área de Refúgio	6.4.3/6.4.4/6.4.5	Devem ter espaço reservado e demarcado para o posicionamento de pessoas em cadeiras de rodas (5.5.2.2), dimensionadas de acordo com o M.R. A área de refúgio deve seguir o estabelecido em 6.4.5.

Tabela 6-Variáveis essenciais-Escadas

## 5.5 Saídas

As saídas constituem a última etapa a ser superada no sistema de saída de emergência. Nesta etapa, avaliou-se a estrutura das saídas em oferecer meios que facilitem o movimento final de escape, permitindo um escoamento rápido, seguro e livre de obstrução, com todas as barreiras arquitetônicas devidamente tratadas de

modo a evitar algum tipo de acidente.

No conceito de saída de emergência, o layout das saídas deve permitir a delimitação das áreas de entrada e saída dos usuários, de modo que um fluxo não interfira no outro. A sinalização de orientação e salvamento com condições fotoluminescentes necessárias que permitam uma boa leitura para as saídas e a largura das áreas de saída deve ser dimensionada, considerando os critérios da NBR 9050/2015, com o número de unidades de passagem necessárias ao escoamento da população oriunda dos pavimentos da edificação. Todas as barreiras arquitetônicas devem ser tratadas seguindo os requisitos da NBR 9050/2015, para oferecer melhores condições de acesso as pessoas com deficiência e mobilidade reduzida.

Os problemas encontrados nas saídas avaliadas, seguindo os conceitos de acessibilidade espacial, estão associados a orientação, comunicação e ao uso. Portanto, como forma de melhorar o desempenho de acessibilidade das saídas nas saídas de emergência, foram listadas na tabela 7, as variáveis essenciais que devem ser aplicadas para este elemento.

Saídas Variáveis Essenciais (ABNT NBR 9050/2015)		
Variável:	Item (s):	Descrição:
Dimensionamento	6.4.1/6.8.3	Devem ser dimensionados de acordo com o fluxo de pessoas e obedecer ao estabelecido na ABNT NBR 9077/2001.
Obstáculos	6.2.3/6.2.5/6.2.6	Devem permanecer livres de quaisquer obstáculos de forma permanente. Dispositivos de segurança para controle de acesso devem garantir o acesso, manobra, circulação e aproximação para o manuseio do equipamento com autonomia.
Piso	6.3.1/6.3.2	Devem ter superfície regular, firme, estável, não trepidante para dispositivos com rodas e antiderrapante, sob qualquer condição (seco ou molhado).
Sinalização	5.2/5.5.1.1/ 5.5.1.2/6.2.8/ 6.3.8/6.4.2	Devem ser sinalizados para localização, advertência e instruções, com informações visuais, sonoras e táteis, de acordo com 5.2. Devem ser sinalizados, de acordo com o estabelecido na Seção 5. Devem obedecer ao estabelecido na ABNT NBR 13434 (todas as partes).
Iluminação	6.4.2	Devem ser iluminados com dispositivos de balizamento de acordo com o estabelecido na ABNT NBR 11785.

Tabela 7-Variáveis essenciais-Saídas

## 6 | CONCLUSÃO

A maioria das pessoas irá, em algum momento da sua vida, ter uma incapacidade, quer seja temporária ou permanente, que vai limitar sua capacidade de se movimentar dentro ou fora de um edifício e a fácil utilização do ambiente construído. Por incapacidade entende-se uma limitação ou falta de capacidade para realizar actividades que são consideradas normais para um indivíduo particular (Neves *et al.*, 2011).

O presente artigo buscou avaliar as condições de atendimento dos requisitos de acessibilidade nas saídas de emergência de um Complexo Público localizado no centro da cidade do Rio de Janeiro, considerando os conceitos de acessibilidade espacial e seus componentes. Essas considerações foram realizadas com base nos elementos constituintes das saídas de emergência da NBR 9077/2001.

Os resultados obtidos com o levantamento em campo com o auxílio do checklist demonstram não somente as deficiências encontradas na aplicação dos requisitos de acessibilidade no sistema de saída de emergência. Mas, também apontam que os requisitos normativos devem considerar os impedimentos de natureza física, mental, intelectual ou sensorial das pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida, ou seja, a possibilidade desses indivíduos de obter informações do ambiente de forma a poder orientar-se e escolher a onde ir, conforme determina o conceito de acessibilidade espacial.

Sabe-se que os projetos de prevenção de incêndios e de acessibilidade devem ser pensados juntos ao projeto arquitetônico, no ato de sua concepção. No caso, para as edificações construídas em épocas pregressas as legislações de segurança e combate a incêndio e acessibilidade, o caminho é o inverso, visto que, necessitam de planejamento para elaborar medidas de modo a tornar essas edificações seguras e acessíveis para que as pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida possam usufruir com autonomia, segurança e conforto os seus espaços.

Com isso, o artigo busca esclarecer que, para uma melhor interação com as exigências normativas, deve-se aprofundar o olhar para a parte que será beneficiada, no caso as pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida, compreendendo suas reais necessidades.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9077: Saídas de emergência em edifícios**. Rio de Janeiro, 2001.

Andrade, Isabela Fernandes; Souza, João Carlos. **Fatores de Acessibilidade e Segurança Contra Incêndio: o Caso dos Sítios Históricos**. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL- ESPAÇO SUSTENTÁVEL: INOVAÇÕES EM EDIFÍCIOS E CIDADES - 7º, 2008, São Paulo. Anais... São Paulo: Universidade de São Paulo Núcleo de pesquisa em Arquitetura e Urbanismo. Disponível em: <https://

[www.usp.br/nutau/CD/177.pdf](http://www.usp.br/nutau/CD/177.pdf)>. Acesso em 23 de outubro de 2017.

Andrade, Isabela Fernandes; Ely, Vera Helena Moro Bins. **Acessibilidade em edificações históricas: avaliando o caso de Pelotas**. Ação ergonômica, revista da Associação Brasileira de Ergonomia, v. 5, n.2, 2010. Disponível em: <<http://www.abergo.org.br/revista/index.php/ae/article/view/86>>. Acesso em 23 de outubro de 2017.

Brentano, Telmo (2015). **A Proteção Contra Incêndio no Projeto de Edificações**. Porto Alegre, RS. Edição do Autor, 3ª Edição.

EARTH, Google. Disponível em: <<https://earth.google.com/web>>. Acesso em 01 de agosto de 2016.

Ferreira, Dilson Batista (2015). **A importância da acessibilidade para as edificações**. Revista digital AECweb. Disponível em: <[https://www.aecweb.com.br/cont/a/a-importancia-da-acessibilidade-para-as-edificacoes\\_159](https://www.aecweb.com.br/cont/a/a-importancia-da-acessibilidade-para-as-edificacoes_159)>. Acesso em 23 de outubro de 2017.

GOMES, Luciene; GUILLAUMON EMMEL, Maria Luísa. **Mapeamento da acessibilidade em edifícios públicos de cultura. Cadernos Brasileiros de Terapia Ocupacional, v.24, n.3,2016. Disponível em:** <<http://www.cadernosdeterapiaocupacional.ufscar.br/index.php/cadernos/article/view/1409>>. Acesso em 23 de outubro de 2017.

LAMÔNICA, Dionísia Aparecida Cusin; ARAÚJO FILHO, Pedro; SIMOMELLI, Simone Berriel Joaquim; CAETANO, Vera Lúgia Santos Butiquiol; REGINA, Márcia Regina Rodrigues; REGIANI, Denise Maria. **Acessibilidade em ambiente universitário: identificação de barreiras arquitetônicas no campus da USP de Bauru**. Revista Brasileira de Educação Especial, v.14, n.2, p.177-188, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbee/v14n2/03.pdf>>. Acesso em 23 de outubro de 2017.

NEVES, Susana; COELHO, Antônio Leça e RODRIGUES, João Paulo Correia. **As pessoas com limitações e a evacuação de centros comerciais em caso de incêndio**. In: CONGRESSO IBERO-LATINO-AMERICANO SOBRE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS - CILASCI, 1º, Natal, Brasil, 2011. Anais... Natal, Brasil. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/261532839\\_AS\\_PESSOAS\\_COM\\_INCAPACIDADES\\_E\\_A\\_EVACUACAO\\_DE\\_CENTROS\\_COMERCIAIS\\_EM\\_CASO\\_DE\\_INCENDIO](https://www.researchgate.net/publication/261532839_AS_PESSOAS_COM_INCAPACIDADES_E_A_EVACUACAO_DE_CENTROS_COMERCIAIS_EM_CASO_DE_INCENDIO)>. Acesso em 23 de outubro de 2017.



## CONTRIBUIÇÕES DA ERGONOMIA PARA MINIMIZAÇÃO DE CUSTOS EM UMA MICROEMPRESA DO SETOR DE SERVIÇOS DE ALIMENTAÇÃO

**Lucas Fernandes de Oliveira**

Universidade Federal Fluminense

Rio das Ostras – Rio de Janeiro

**Carmen Lúcia Campos Guizze**

Universidade Federal Fluminense

Rio das Ostras – Rio de Janeiro

**RESUMO:** O setor de serviços no Brasil tem, historicamente, alta participação nos resultados econômicos nacionais, contribuindo para geração de empregos e de renda. No entanto, as condições sob as quais os trabalhadores desse setor atuam parecem não ser as melhores. Fatores como mal planejamento da distribuição de carga horária, desconhecimento de técnicas de otimização de processos e falta de conhecimento sobre ergonomia contribuem para que as tarefas sejam realizadas em longas jornadas de trabalho. Através da metodologia de análise ergonômica do trabalho foram aplicados diversos métodos e instrumentos em uma microempresa do setor de serviços alimentícios, localizada em Rio das Ostras (RJ). Buscou-se identificar os riscos existentes nas atividades e propor melhorias a serem empregadas tanto na redução de custos dos processos produtivos como na qualidade de vida dos funcionários, de modo que estes trabalhem com mais conforto e satisfação. As recomendações se basearam, fundamentalmente, na possibilidade

de redução de carga horária e implementação de pausa instituída ao trabalhador, com ganhos em produtividade e redução de custos para a empresa. Com a implementação das melhorias, espera-se promover melhor adequação do trabalho aos funcionários, além de contribuir para a sobrevivência do negócio, em um momento de grave crise econômica.

**PALAVRAS-CHAVES:** Ergonomia; Minimização de Custos; Setor de Alimentação

**ABSTRACT:** The services sector in Brazil has a high participation in national economic results, contributing to employment and income generation. However, the conditions under which workers in this sector operate do not seem to be the best. Factors such as poor scheduling of workload distribution, lack of knowledge of process optimization techniques and lack of knowledge about ergonomics contribute to the tasks being carried out in long working hours. Through the methodology of ergonomic work analysis, methods and instruments were applied in a microenterprise of the food service sector. The aim was to identify the existing risks in the activities and to propose improvements to be employed both in reducing the costs of the productive processes and in the quality of life of the employees, so that they work with more comfort and satisfaction. The recommendations were basically based on the possibility of

reducing the workload and the implementation of a pause established to the worker, with gains in productivity and cost reduction for the company. With the implementation of the improvements, it is hoped to promote a better adaptation of the work to the employees, besides contributing to the survival of the business, in a moment of serious economic crisis.

## 1 | INTRODUÇÃO

Segundo dados do Instituto Food Service Brasil (IFB), em julho de 2015, houve um crescimento nominal de 12,4% nas vendas do setor de alimentação fora de casa, do qual fazem parte as pizzarias, em comparação com o mesmo período do ano anterior.

De acordo com o SEBRAE, entre os anos de 1985 a 2011, os pequenos negócios passaram a representar de 21% para 27% do PIB nacional. Além disso, apresentaram resultados monetários quatro vezes maiores em 2011 (R\$599,00 bilhões) do que em 2001 (R\$144,00 bilhões), empregando 52% da mão de obra brasileira. Vale ressaltar que 99% dos estabelecimentos de alimentação fora de casa eram representados por micro e pequenas empresas (ABRASEL, 2010).

No entanto, Santana (1996) aponta para inadequações no referido setor, em relação aos postos de trabalho, assim como em relação às condições de trabalho. O autor ressalta que aspectos referentes ao ambiente, equipamentos e processos podem levar à insatisfação, cansaço excessivo e redução da produtividade dos funcionários.

A ABERGO define ergonomia como uma disciplina responsável por compreender e atuar sobre as interações entre ser humano e processo produtivo visando otimizar tanto a percepção do ser humano com relação ao seu trabalho quanto a eficiência do trabalho realizado. De acordo com Guizze (2011, apud Dul & Neumann, 2008) investimentos em ergonomia geram sempre bons retornos, tanto financeiramente quanto a nível de qualidade de vida e satisfação por parte do trabalhador, além de contribuir no desenvolvimento da estratégia de negócios da empresa, com o objetivo de torná-la mais competitiva. Em contrapartida, o não investimento em ergonomia implicará fatalmente em gastos superiores aos investimentos propostos.

Tendo em vista o acima exposto, o presente estudo teve como objetivo realizar uma análise ergonômica em uma pizzaria no norte fluminense e propor melhorias que reduzam ou eliminem os riscos encontrados. Deste modo, espera-se otimizar a satisfação dos funcionários e tornar o ambiente de trabalho mais seguro e produtivo. As recomendações propostas se inserem na capacidade de investimento da empresa e se configuram como de alto custo-benefício, considerando-se a alta competitividade no setor e a necessidade imperiosa de sobrevivência do negócio. Segundo dados do Ministério do Trabalho (MTE) o setor de alimentos, ao final de 2014, empregava 1.942.760 trabalhadores e contribuía com R\$3.440.702.513,74 em salários. A Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação (ABIA) relata que no mesmo ano, movimentava cerca de R\$529,9 bilhões, aproximadamente 10% do PIB brasileiro.

Segundo o Jornal do Brasil (2016) o consumo diário de pizzas no Brasil é de, aproximadamente, 1 milhão de unidades, com um crescimento previsto de 10% para o segundo semestre de 2016 em relação a 2015, implicando em um faturamento em torno de 22 bilhões de reais no ano. Além disso, o segmento empregava cerca de 360 mil pessoas em todo o país durante o referido ano, contribuindo para a geração de renda e movimentação da economia de forma significativa.

Apesar do crescimento de vários setores no país nesta época, dados do Ministério da Previdência Social mostram que no ano de 2013 foram registrados 717.911 afastamentos advindos de acidentes e doenças do trabalho. Dentre os assegurados da previdência social, 15.226 estão associados a doenças do trabalho. Desse total, contabilizaram-se 610.804 afastamentos temporários, 14.837 afastamentos permanentes e 2.797 óbitos.

Vários autores já estabeleceram uma série de riscos ergonômicos aos quais os trabalhadores deste setor estão sujeitos, de forma a convergir para os dados anteriormente expostos. Dentre estes, pode-se citar: operação de maquinários e equipamentos cortantes, altas temperaturas advindas de fornos e fogões, movimentos repetitivos, manipulação indevida de cargas, longas jornadas de trabalho, dentre outros.

## **2 | A ERGONOMIA E O SETOR DE ALIMENTAÇÃO**

Castro e Okawa (2016) afirmam que o setor de alimentos, tal como o mercado de forma geral, vem sendo reinventado em termos de tecnologia, a fim de garantir níveis aceitáveis de competitividade, principalmente em relação às grandes corporações do mesmo segmento. Em contrapartida, micro e pequenas empresas não detêm recursos suficientes para acompanhar tal avanço tecnológico. De acordo com estes autores, a busca por competitividade baseada em aumentos de produção mal fundamentados resulta em um cenário que leva os trabalhadores do ramo a situações de riscos ergonômicos diversos, tais como execução de tarefas repetitivas acompanhadas de ruído, exposição a equipamentos perigosos, esforço físico contínuo, dentre outras.

Alexander (1994, apud Vidal, 2002) aponta para a Ergonomia como uma disciplina que ao levar em consideração segurança e saúde dos colaboradores proporciona-lhes em termos de qualidade de vida no trabalho de forma a, inclusive, conferir à organização ganhos em eficiência.

Segundo Zanardi et al (2015) a qualidade de vida no trabalho, em qualquer segmento, é extremamente relevante para o comprometimento organizacional por parte dos colaboradores. Levando-se em consideração que estes passam grande parte de suas vidas no ambiente de trabalho, a satisfação no trabalho associa-se à satisfação pessoal e contribui para a produtividade da empresa. Partindo desse pressuposto, faz-se necessário atentar para a gestão de pessoas enquanto parte

integrante da estratégia organizacional, assim como para a adequação do trabalho às necessidades das pessoas nele envolvidas.

### 3 | METODOLOGIA

A pesquisa realizada pode ser classificada como de natureza exploratória, descritiva, utilizando uma abordagem de estudo de caso, com base de dados de natureza qualitativa e quantitativa. A metodologia utilizada foi a Análise Ergonômica do Trabalho (AET).

Segundo Turrioni e Mello (2012) o estudo de caso exploratório é uma espécie de teste às perguntas norteadoras do projeto através do qual, após sua realização, o projeto será adequado à realidade do objeto de estudo por meio de adição ou subtração de tais perguntas de seu escopo.

Ainda segundo Turrioni e Mello (2012) o estudo de caso descritivo é utilizado com único intuito de explicar uma realidade até então desconhecida pelo leitor sem, sequer, buscar relação de causa e efeito muito embora isso possa ser feito a posteriori.

Como estabelecido por Guèrin et al (2001) a Análise Ergonômica do Trabalho (AET) tem início em uma demanda gerencial e se estende aos demais colaboradores de uma determinada empresa, após obter-se melhor compreensão sobre o tema abordado, de forma a enriquecer a base de informações a ser utilizada na proposição de melhorias para essa empresa.

A fim de enriquecer a base de dados utilizada no processo de tomada de decisão para a construção das proposições de melhorias, foram utilizados os seguintes instrumentos e métodos:

- a. Observações do trabalho realizado;
- b. Fotos e vídeos do processo produtivo;
- c. Entrevistas com funcionários e proprietários;
- d. Medição do tempo de produção das pizzas;
- e. Confecção de quadro de distribuição do trabalho;
- f. Priorização da atuação segundo diagrama de Pareto;
- g. Verificação de não conformidades em relação às normas regulamentadoras do ministério do trabalho;
- h. Análise de custo benefício para as melhorias propostas.

### 4 | ESTUDO DE CASO

A empresa objeto de estudo é uma pizzaria de pequeno porte situada na cidade

de Rio das Ostras (RJ), que foi adquirida pelos atuais proprietários em meados de novembro de 2015. Possui um total de cinco colaboradores, sendo os dois proprietários participantes ativos das atividades realizadas. A microempresa atende a população local entregando pizzas de alta qualidade, com preços bem abaixo dos praticados pela concorrência.

Devido à crise econômica e demissão em massa nas empresas petrolíferas da região, houve uma grande diminuição do mercado consumidor na cidade, e, conseqüentemente a necessidade de reduzir gastos, visando sustentar as operações.

#### 4.1 O setor de produção

A cozinha funciona de terça a domingo das 13:30 às 23:30 sem pausas programadas para descanso. Todas as encomendas são recebidas através de uma comanda impressa na cozinha, que acusa o recebimento do pedido em um sistema automatizado, ao qual o garçom e o operador de caixa têm acesso.

#### 4.2 A população de trabalho

Três colaboradores trabalham direta ou indiretamente na confecção de pizzas. A distribuição de cargos na cozinha ocorre da seguinte forma: um cozinheiro, um ajudante de cozinha e uma auxiliar de cozinha. Os funcionários da pizzaria situam-se na faixa etária de 35 a 50 anos e todos tinham experiência prévia em suas respectivas funções.

#### 4.3 Problemas no setor de produção

Através das observações realizadas e entrevistas com os colaboradores, pôde-se identificar as seguintes inadequações:

- Distribuição deficiente do tempo de trabalho;
- Ventilação ineficiente ou inexistente;
- Temperatura elevada;
- Ruídos;
- Inadequação das bancadas de trabalho;
- Prateleiras em alturas inadequadas;
- Falta de assentos para momentos de pausa;
- Risco de queda;
- *Inexistência de local para refeições;*
- Manipulação inadequada de cargas;
- Inexistência de pausas regulares;
- Inexistência de banheiro para funcionários.

Diante de uma série de inadequações, decidiu-se priorizar a solução daquelas

que representassem maiores custos à organização. Após uma investigação dos custos mais significantes para a empresa, elaborou-se o diagrama de Pareto, a fim de definir quais custos poderiam ser priorizados no estudo

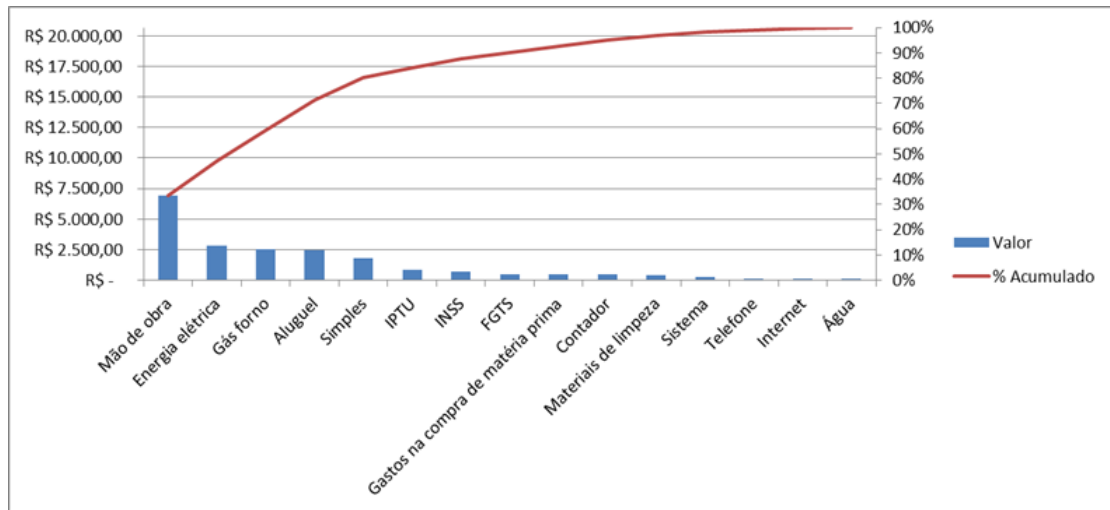


FIGURA 1 – Diagrama de Pareto.

Fonte: Elaborado pelos autores.

#### 4.3.1 Distribuição deficiente do tempo de trabalho

Atividades		José		Alan	
		Cozinheiro		Ajudante de cozinheiro	
Denominação	Tempo/Sem(h)	Tarefas	Tempo/Sem(s)	Tarefas	Tempo/Sem(s)
Preparação de pizzas	31	Buscar Ingredientes para a massa	140	Buscar ingredientes para a cobertura	140
		Buscar ferramentas para a massa	21	Buscar ferramentas para a cobertura	21
		Selecionar ingredientes para a massa	35	Selecionar ingredientes para a cobertura	45
		Selecionar ferramentas para a massa	14	Selecionar ferramentas para a cobertura	30
		Adicionar e pesar ingredientes para a massa	175	Preparar cobertura	61754
		Misturar ingredientes para a massa manualmente	35		
		Depositar ingredientes na máquina	35		
		Misturar ingredientes para a massa na máquina	6300		
		Retirar massa da máquina	35		
		Embalar massa	35		
		Esperar a massa crescer e pré aquecer forno	31500		
		Preparar a massa	8872,5		
		Levar massa ao forno	770		

TABELA 1 – Quadro de Distribuição do Trabalho (QDT), parte 1.

Fonte: Elaborado pelos autores.



A análise da distribuição do trabalho dos colaboradores do setor foi realizada através da aplicação do quadro de distribuição do trabalho (CURY, 2007), como pode ser visto nas tabelas 1 e 2.

Atividades		José		Alan	
		Cozinheiro		Ajudante de cozinheiro	
Denominação	Tempo/Sem(h)	Tarefas	Tempo/Sem(s)	Tarefas	Tempo/Sem(s)
Confeção de pizzas	57	Assar	14787,5		
		Retirar massa do forno	770		
		Aguardar primeiro pedido	50400		
		Adicionar cobertura	89320		
		Levar pizza ao forno	770		
		Assar pizza	46200		
		Retirar pizza do forno	770		
		Pôr pizza no tabuleiro	770		
		Fatiar pizza	770		

TABELA 2 – Quadro de Distribuição do Trabalho (QDT), parte 2.

Fonte: Elaborado pelos autores.

	Tempo(h)
Carga diária improdutivo Cozinheiro	5,92
Carga diária produtiva Cozinheiro	4,08
Carga diária improdutivo Ajudante	7,54
Carga diária produtiva Ajudante	2,46
Carga diária produtiva total	6,54

TABELA 3 – Tabela de Produtividade.

Fonte: Elaborado pelos autores.

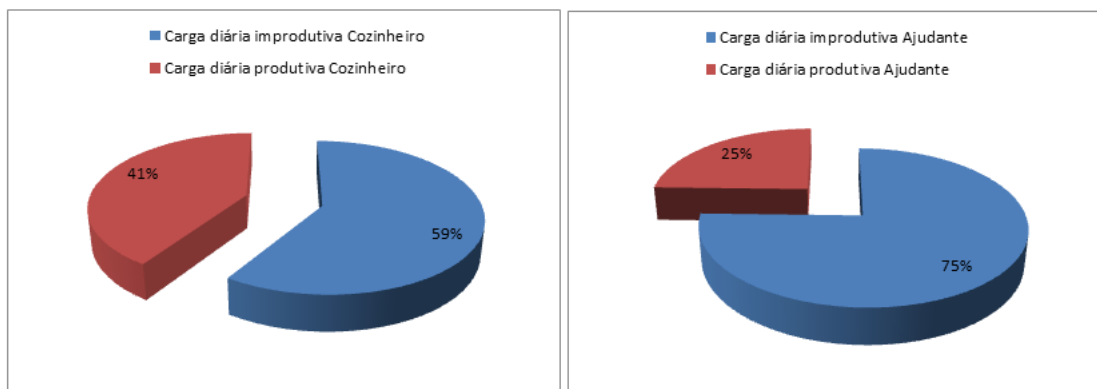


FIGURA 2 – Produtividade do cozinheiro e ajudante

Fonte: Elaborado pelos autores



FIGURA 3 – Produtividade Total.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Como pode ser observado através de análise do QDT, aproximadamente 60% do tempo de dedicação do cozinheiro e 75% do tempo de dedicação de seu ajudante são improdutivos, o que resulta em uma produtividade acumulada de apenas 33%. No caso do cozinheiro, isso se deve ao fato de, durante as etapas de “Misturar ingredientes para a massa na máquina”, “Esperar a massa crescer e pré-aquecer o forno”, “Assar massa”, “Assar pizza” e “Aguardar o primeiro cliente” ele permanecer sem realizar qualquer atividade que agregue valor à produção. Enquanto no caso do ajudante, isso se deve a ele, na maior parte do tempo, apenas atender às demandas do cozinheiro.

#### 4.3.2 *Layout ineficiente e longa utilização do forno*

O ambiente nas proximidades do forno industrial utilizado na confecção das pizzas apresenta temperaturas elevadas, o que causa grande desconforto, principalmente ao cozinheiro. Não há, nas proximidades do posto de trabalho, aberturas, frestas ou janelas de forma que a ventilação fica comprometida. Atualmente, a solução encontrada reside na utilização de um ventilador portátil ou, como ocorre de forma muito mais frequente, na utilização de dois aparelhos de ar condicionado, ligados em potência máxima, localizados na extremidade oposta da pizzaria, que implica em altos gastos de energia elétrica. A utilização desses equipamentos como paliativo tem gerado grande dificuldade aos proprietários, pois com a significativa diminuição das vendas, o pagamento desta despesa fica cada vez mais inviável.

## 5 | PROPOSIÇÃO DE MELHORIAS

Para todos os problemas observados, foram propostas melhorias para reduzi-los ou eliminá-los. Devido à limitação do presente estudo, somente as de maior impacto para a sobrevivência da empresa, serão aqui detalhadas.

## 5.1 Novo QDT

Tratando-se da qualidade de vida no trabalho do cozinheiro, pode-se dizer que não seria necessário que ele estivesse na pizzaria no período de 13:30 às 23:30, mas apenas das 13:30 às 22:30 com direito à pausa instituída de 1h, das 17h às 18h (horário de abertura do estabelecimento ao público) uma vez que apenas aproximadamente 25 minutos do turno da tarde, atualmente, são produtivos. Desta forma, ele entraria às 13:30, depositaria os ingredientes para a massa na masseira ainda em seu primeiro minuto de jornada de trabalho, iniciaria a preparação dos ingredientes para a cobertura enquanto essa fica na máquina até às 13:46, interromperia a preparação dos ingredientes da cobertura para retirar a massa da masseira, retornaria a preparar os ingredientes para a cobertura até às 16h. Durante o período de crescimento da massa, assaria as massas das 16h às 17h e descansaria das 17h às 18h quando retornaria a desempenhar suas atividades até às 22:30h. Essa medida implicaria em uma redução de 1h da jornada de trabalho do cozinheiro, além de eliminar a ociosidade durante o período de crescimento das massas e adicionaria 1h de descanso programado, e ainda assim, elevaria sua produtividade em 23%.

Estima-se uma redução de custos advinda dessa medida em função, principalmente, da diminuição do quadro de funcionários uma vez que o cozinheiro assumiria as atividades de seu ajudante (sem qualquer sobrecarga) mas, também, através da redução das horas de consumo de energia elétrica e de pagamentos de horas extras.

Atividades		José	
		Cozinheiro	
Denominação	Tempo/Sem(h)	Tarefas	Tempo/Sem(s)
Preparação de pizzas	22	Buscar Ingredientes para a massa	140
		Buscar ferramentas para a massa	21
		Selecionar ingredientes para a massa	35
		Selecionar ferramentas para a massa	14
		Adicionar e pesar ingredientes para a massa	175
		Misturar ingredientes para a massa manualmente	35
		Depositar ingredientes na máquina	35
		Misturar ingredientes para a massa na máquina	6300
		Retirar massa da máquina	35
		Emballar massa	35
		Buscar ingredientes para a cobertura	140
		Buscar ferramentas para a cobertura	21
		Selecionar ingredientes para a cobertura	45
		Selecionar ferramentas para a cobertura	30
		Preparar cobertura	61754
		Preparar a massa	8872,5
		Pré aquecer forno	0
Levar massa ao forno	770		

TABELA 4 – Novo Quadro de Distribuição do Trabalho, parte 1.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Atividades		José	
		Cozinheiro	
Denominação	Tempo/Sem(h)	Tarefas	Tempo/Sem(s)
Confeção de pizzas	57	Assar	14787,5
		Retirar massa do forno	770
		Aguardar primeiro pedido	50400
		Adicionar cobertura	89320
		Levar pizza ao forno	770
		Assar pizza	46200
		Retirar pizza do forno	770
		Pôr pizza no tabuleiro	770
		Fatiar pizza	770

TABELA 5 – Novo Quadro de Distribuição do Trabalho, parte 2.

Fonte: Elaborado pelos autores.



FIGURA 4 – Produtividade pós melhorias.

Fonte: Elaborado pelos autores.

## 5.2 Reformulação do *Layout*

Sugere-se a instalação de exaustores na cozinha, assim como a abertura de frestas nas extremidades superiores das paredes de todo o imóvel, de forma que a circulação de ar natural seja suficiente para a redução da temperatura a um nível satisfatório em todo o ambiente.

## 6 | INVESTIMENTOS PARA AS MELHORIAS PROPOSTAS VERSUS CUSTOS COM A NÃO IMPLEMENTAÇÃO

Melhoria	Investimento	Investimento Mensal	Custo mensal evitado	Resultado esperado
Instalação de exaustores	R\$ 655,00	R\$ 21,27	R\$ 1.310,00	Promove melhor ventilação na cozinha amenizando a temperatura elevada advinda do forno auxiliando na redução da utilização dos ar condicionados
Abertura de frestas	R\$ 200,00	R\$ -		Promove melhor ventilação em todo o ambiente auxiliando na redução da utilização dos ar condicionados
Aquisição de abafadores de ruído	R\$ -	R\$ 15,00	R\$ -	Reduz a intensidade do ruído da masseira

TABELA 6 – Investimentos propostos X Custos com não implementação, parte 1.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Melhoria	Investimento	Investimento Mensal	Custo mensal evitado	Resultado esperado
Aquisição de banquetas reguláveis	R\$ 692,00	R\$ -	R\$ -	Permite adequação das bancadas através da realização de trabalho sentado, soluciona falta de assentos para momentos de pausa e inexistência de locais para realização de refeições
Reorganização do tempo de trabalho	R\$ -	R\$ -	R\$ 1.499,40	Reduz consumo com lâmpadas, televisão e mão de obra
Reduzir tempo de pré aquecimento do forno	R\$ -	R\$ -	R\$ 825,00	Redução de 1/3 do tempo de uso do forno
Treinamento e conscientização sobre ergonomia, segurança e custos	R\$ 500,00	R\$ -	R\$ -	Minimiza os riscos de lesões e acidentes advindos tanto da manipulação errônea de cargas como do trabalho em alturas elevadas e sensibiliza os funcionários para a redução de custos

TABELA 7 – Investimentos propostos X Custos com não implementação, parte 2.

Fonte: Elaborado pelos autores.

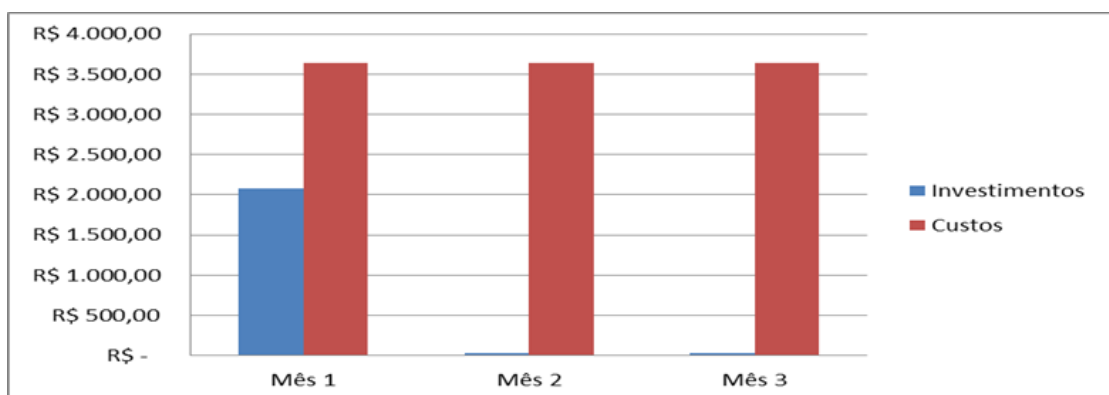


FIGURA 5 – Investimentos propostos X Custos com não implementação.

Fonte: Elaborado pelos autores

Como pode ser visto na figura 5, as alterações propostas teriam sido pagas já no primeiro mês após sua implementação. As mudanças referentes à ventilação iriam reduzir os custos advindos dos dois aparelhos de ar condicionado ligados por várias horas, estimado em aproximadamente R\$1300,00 mensais para cerca de R\$36,00 mensais, o equivalente a uma redução de praticamente 98%. A redução do tempo de pré-aquecimento do forno em aproximadamente 2h (iniciando o processo minutos antes de iniciar a atividade de “assar massas”), aliada à redução da jornada de trabalho do cozinheiro, irá diminuir o tempo de utilização do forno e, conseqüentemente o consumo de gás, em aproximadamente 33% promovendo uma economia de R\$825,00 mensais além de auxiliar na diminuição da temperatura. Espera-se, ainda, melhorar a qualidade de vida no trabalho de todos os funcionários envolvidos, com a implementação de todas as melhorias propostas, e com a melhor distribuição do tempo e conseqüente redução da jornada de trabalho. Também vale destacar uma redução estimada de aproximadamente R\$200,00 mensais no consumo de energia elétrica. Há ainda de ser ressaltado que a redução temporária do quadro de funcionários, devido à crise, implicaria em uma diminuição de custos de R\$1290,00 mensais, de forma a permitir que o empreendimento mantenha-se funcionando e, portanto, garantindo a empregabilidade dos demais colaboradores. Em contrapartida, a não implementação dessa medida certamente levaria o empreendimento ao seu fechamento, o que causaria impactos sociais muito mais severos.

## 7 | CONCLUSÃO

Através da metodologia de análise ergonômica do trabalho foram aplicados diversos métodos e instrumentos nas atividades de produção de pizzas de uma microempresa. Buscou-se identificar os riscos existentes nas atividades e propor melhorias a serem empregadas tanto na redução de custos dos processos produtivos como na qualidade de vida dos funcionários, de modo que estes trabalhem com mais conforto e satisfação.

As recomendações se basearam, fundamentalmente, na possibilidade de redução de carga horária e implementação de pausa instituída ao trabalhador, com ganhos em produtividade e redução de custos para a empresa. Pôde-se constatar que os investimentos em ergonomia realmente contribuem para a redução de perdas financeiras. Isso pode ser explicitado através do cálculo do retorno ainda no primeiro mês após a implementação.

Ainda mais relevante é o fato de que, aliado à redução de custos, o projeto ergonômico pode proporcionar melhor qualidade de vida no trabalho, reduzindo a possibilidade de acidentes e adoecimentos. Com a implementação das melhorias, espera-se promover melhor adequação do trabalho aos funcionários, além de contribuir para a sobrevivência do negócio, em um momento de grave crise econômica.



## REFERÊNCIAS

ABERGO. O que é ergonomia?. Disponível em: <[http://www.abergo.org.br/internas.php?pg=o\\_que\\_e\\_ergonomia](http://www.abergo.org.br/internas.php?pg=o_que_e_ergonomia)>. Acessado em: 12/07/2016

ABIA. Faturamento. Disponível em:<<http://www.abia.org.br/vsn/>>. Acessado em: 12/07/2016

ABRASEL. Bares e restaurantes são a alavanca do Brasil empreendedor. Disponível em: <<http://ap.abrasel.com.br/noticias/94-bares-e-restaurantes-sao-a-alavanca-do-brasil-empreendedor>> Acessado em: 12/07/2016

ALEXANDER, D.C. “The Economics of Ergonomics”, Part I. In Proceedings of the HFES 38th Annual Meeting, v.1, 1994.

CASTRO, R, T.; OKAWA, P, C. Auditoria de segurança e saúde do trabalho em uma indústria de alimentos do estado do Paraná. Revista Produção Online. [on-line]. v.16, n.2 (2016). Disponível em: <<https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/2063>> Acessado em: 12/07/2016

CURY, A. Organização & Métodos – Uma Visão Holística. São Paulo: Atlas, 2007. GUÉRIN ET AL. Compreender o Trabalho para Transformá-lo: a prática da Ergonomia. São Paulo: Editora Blucher, 2001.

GUIZZE, C, L, C. Modelo de avaliação de maturidade organizacional para ação ergonômica. 2011. 194 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – COPPE, UFRJ, Rio de Janeiro. 2011. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/14832315-Modelo-de-avaliacao-de-maturidade-organizacional-para-acao-ergonomica-carmen-lucia-campos-guizze.html>> Acessado em: 12/07/2016

INSTITUTO DE FOODSERVICE BRASILEIRO (IFB). IDF – Índice de desempenho Foodservice. Disponível em: <<http://www.institutofoodservicebrasil.org.br/post.php?m=MTE>>. Acessado em: 12/07/2016

JORNAL DO BRASIL. [on-line]. Disponível em: <<http://www.jb.com.br/cultura/noticias/2016/06/25/1-milhao-de-pizzas-sao-consumidas-todos-os-dias-no-brasil/>> Acessado em: 12/07/2016

MINISTÉRIO DO TRABALHO (MTE). RAIS e CAGED. Disponível em:<<http://bi.mte.gov.br/bgcaged/>>. Acessado em: 12/07/2016

MINISTÉRIO DO TRABALHO E PREVIDÊNCIA SOCIAL. Saúde e Segurança do trabalhador. Disponível em:<<http://www.mtps.gov.br/dados-abertos/dados-da-previdencia/estatistica-saude-e-seguranca-do-trabalhador>>. Acessado em: 12/07/2016

SANTANA, C, A, M. A abordagem ergonômica como proposta para melhoria do trabalho e produtividade em serviços de alimentação. 1996. 223 f. Tese (Mestrado em Engenharia de Produção) – UFSC, Santa Catarina, 1996. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/76972>>. Acessado em: 12/07/2016

SEBRAE. Micro e pequenas empresas geram 27% do PIB do Brasil. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/mt/noticias/micro-e-pequenas-empresas-geram-27-do-pib-do-brasil,ad0fc70646467410VgnVCM2000003c74010aRCRD>>. Acessado em: 12/07/2016

TURRIONI, B, J.; MELLO, P, C, H. Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção: Estratégia, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas (2012).

<<http://docplayer.com.br/1584116-Metodologia-de-pesquisa-em-engenharia-de-producao.html>> Acessado em: 12/07/2016

ZANARDI, E et al. Correlações entre qualidade de vida no trabalho e comprometimento

organizacional: Estudo de uma unidade de varejo de vestuário na cidade de Joinville/SC. Revista Produção Online. [on-line]. v. 15, n. 2 (2015). Disponível em: <<https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/1928/1282>> Acessado em: 12/07/2016

## IMPLANTAÇÃO DA AVALIAÇÃO ERGONÔMICA DOS RISCOS DE LESÕES DE TRABALHO ATRAVÉS DO CHECKLIST DE COUTO: UMA ANÁLISE NO PROCESSO DE EXPEDIÇÃO DE UM LATICÍNIO

### **Juan Pablo Silva Moreira**

Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM)  
Patos de Minas – Minas Gerais

### **Henrique Pereira Leonel**

Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM)  
Patos de Minas – Minas Gerais

### **Daniel Gonçalves Leão**

Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM)  
Patos de Minas – Minas Gerais

### **Brener Gonçalves Marinho**

Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM)  
Patos de Minas – Minas Gerais

### **Vítor Augusto Reis Machado**

Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM)  
Patos de Minas – Minas Gerais

### **Adriel Augusto dos Santos Silva**

Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM)  
Patos de Minas – Minas Gerais

### **Célio Adriano Lopes**

Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM)  
Patos de Minas – Minas Gerais

**RESUMO:** Sabe-se que ergonomia exerce influência relevante no estudo de tarefas no ambiente de trabalho. Pesquisas sobre a ergonomia no trabalho mostram que a postura do trabalhador interfere de forma significativa na produtividade de um empreendimento. Neste sentido, ressalta-se a contribuição

da ergonomia para processo de melhoria das atividades laborais, buscando melhores formas de execução das tarefas com relação a posturas e movimentos a fim de se obter melhor resultado em produtividade. O presente estudo avalia, através da metodologia Checklist de Couto, a postura física em relação ao deslocamento de carga feito pelos colaboradores do setor de expedição de uma empresa de laticínios, propondo melhorias para a execução desta tarefa. O resultado apontado através desta pesquisa mostra que através da aplicação desta metodologia, foi possível evidenciar que melhorias ergonômicas, aumentam a produtividade operacional e reduzem o absenteísmo dos colaboradores do empreendimento.

**PALAVRAS CHAVE:** Análise, Ergonomia, Postura, *Checklist* de Couto, Laticínios.

**ABSTRACT:** It is known that ergonomics plays an important influence on the study of tasks in the workplace. Research on workplace ergonomics show that the worker's posture significantly interfere with the productivity of an enterprise. In this sense, ergonomics contribution is emphasized to improve the process of labor activities, seeking better ways of performing the tasks with respect to postures and movements in order to obtain better results in productivity. This study evaluates by Couto

Checklist methodology, physical position in relation to the load displacement made by employees of the dispatch of a dairy company sector, proposing improvements to this task. The results indicated by this research shows that by applying this methodology, it was possible to show that ergonomic improvements, increase operational productivity and reduce absenteeism of employees of the enterprise.

**KEY-WORDS:** Analysis, Ergonomics, Posture, Couto Checklist, Dairy.

## 1 | INTRODUÇÃO

Com a crescente busca das organizações por mais produtividade, tornou-se necessário desenvolver um acompanhamento operacional e da ergonomia no local de trabalho. Para desempenharem suas metas, as organizações não devem possuir somente equipamentos e materiais de alta tecnologia, ela também deve possuir capital intelectual, ou seja é importante possuir pessoas capazes para realizar as ações que agregam valor e são de suma importância para garantir o funcionamento do processo produtivo.

Entretanto, o processo de inovações tecnológicas intensificou o risco dos colaboradores em executar determinadas atividades, já que sem o conhecimento prévio, é possível que determinado colaborador desempenhe suas funções de forma ineficiente e, isso prejudique o seu bem-estar físico e mental. Tidd *et al.* (2008) afirma que a era da tecnologia tem relação direta com as novas formas de planejar, executar e coordenar os fatores julgados essenciais para desenvolver métodos mais rentáveis, porém para efetuar essas melhorias, é muito importante desenvolver métodos que não prejudiquem a saúde e o bem-estar dos funcionários.

Neste sentido, para reduzir a incidência de atividades que causem desconforto e possível afastamento do trabalhador, é importante criar nas rotinas administrativas que visem a identificação e análise dos principais riscos ergonômicos que podem ocorrer em uma determinada tarefa da linha de produção (COUTO, 1995).

De acordo com Renner *et al.* (2006) é impossível que um trabalhador produza bem, com qualidade, quando se sente algum tipo de dor ou desconforto, tornando necessário, para o bem dos trabalhadores e a sobrevivência dos empreendimentos, a busca contínua pela qualidade de vida do colaborador. Uma das estratégias com maior grau de eficiência para eliminação falta de produtividade dos colaboradores está na implantação de um processo ergonômico que atue na raiz do problema, quer seja no processo ou na organização do trabalho.

Deste modo, para reduzir as perdas em produtividade em uma empresa do ramo alimentício, esta pesquisa tem o objetivo de a partir dos parâmetros básicos apresentados na Norma Regulamentadora 17 (NR17) do Ministério do Trabalho e Emprego, elaborar uma análise ergonômica dos colaboradores que atuam no setor de expedição de um laticínio, que por questão de confidencialidade será considerado como Empresa T.

Diante deste novo cenário frente a novos riscos à saúde ocupacional, o *Checklist* de Couto tem se tornado uma alternativa ou um incentivo durante a condução de uma análise ergonômica do trabalho. Ele é direcionado especialmente para ações específicas. Assim, o *Checklist* tem como principal benefício o fato de exigir que o observador evidencie todos os itens, anulando as incertezas de que algum item específico seja esquecido ou fique minimizado (COUTO, 1995).

Couto (1995) salienta que esta metodologia analisa a sobrecarga física, tendo como relação obtida através de ferramentas vibratórias, carregamento de peso e condições ambientais. A força realizada com as mãos, torna-se relevante quanto à ocorrência de movimentos com pinças, ou que necessitam de esforço. O *Checklist* permite ainda avaliar a postura e o ambiente de trabalho que determinada ferramenta submete o colaborador a tensões repetitivas ou estáticas.

Para tanto, a fim de analisar o tema abordado com uma maior eficiência, desenvolveu-se um estudo mediante o estudo sistemático dos conteúdos disponíveis em métodos, técnicas e ou procedimentos de caráter científico. Assim, quanto aos objetivos, esta pesquisa foi caracterizada como descritiva, pois para Gil (2002) a pesquisa descritiva é “a descrição das características de determinada população ou fenômeno, ou, então, o estabelecimento de relação entre as variáveis”. Rampazzo (2005) salienta que a análise descritiva “observa, registra, analisa e correlaciona os fatos e fenômenos, sem manipula-los”, permitindo assim, uma análise sem que o pesquisador interfira nos resultados da pesquisa.

A fim de que se analisasse melhor as posturas ergonômicas exercidas pelos colaboradores do setor de expedição da Empresa T, os autores deste trabalho, fizeram uso de uma abordagem quantitativa, essa abordagem possibilita traduzir através de dados numéricos a relação direta existente entre o mundo real e o assunto pesquisado, pois permite a estes analisar, questionar e interpretar determinado acontecimento utilizando unicamente os recursos quantitativos e estatísticos. Para as autoras Silva e Menezes (2005) essa abordagem permite a percepção de um fato relacionado à lucratividade, produtividade, probabilidade ou análise gráfica.

E por fim, os autores deste trabalho fazem uso de um questionário estruturado, a aplicação de questionários para a obtenção de informações pode ser caracterizada pela elaboração de questões abertas ou fechadas que tem como finalidade realizar observações para se compreender os fenômenos que serão estudados na elaboração de trabalhos científicos (HILL; HILL, 2012). Marconi e Lakatos (2004) acrescentam que o questionário é um eficiente método de pesquisa, porque se trata de um instrumento de coleta de dados constituído por uma série ordenada de perguntas, que devem ser respondidas por escrito e sem a presença do entrevistador. Deste modo, a elaboração de questionários é fundamental como forma de se obter dados estatísticos, qualitativos e quantitativos sobre o assunto abordado nesta pesquisa.

## 2 | ERGONOMIA

“Entende-se por ergonomia o estudo das interações das pessoas com a tecnologia, a organização e o ambiente, objetivando intervenções e projetos que visem melhorar, de forma integrada e não dissociada, a segurança, o conforto, o bem-estar e a eficácia das atividades humanas” (ABERGO, s.d. *apud* IIDA, 2005, p. 2). Neste sentido, a ergonomia tem o objetivo de integrar o conhecimento das ciências humanas adaptando trabalho, sistemas, produtos e ambientes às capacidades físicas e psíquicas e às limitações de cada indivíduo.

Smyth (2003) salienta que a ergonomia visa maximizar a eficiência do capital humano, que assegure a sua segurança, reduza a exposição a fatores de risco por falta de adequação ergonômica e obtenha um programa de melhoria contínua que garanta maior comodidade a todos os envolvidos no processo produtivo do empreendimento.

A ergonomia com seu potencial de soluções fazem do a reintegração dos trabalhadores e, ao mesmo tempo em que ajuda a prevenir a incidência de doenças e afastamentos, com propósito de oferecer melhores condições de trabalho, ao reduzir a fadiga e o *stress*, e conseqüentemente auxiliando a promover o aumento do bem-estar e da produtividade dos colaboradores (COUTO, 2007).

A Associação Internacional de Ergonomia (*International Ergonomics Association* - IEA) amplia a concepção do termo ergonomia ao registrar que ele é muito amplo: Ergonomia (ou fatores humanos) é visualizada como um conhecimento de caráter científico concernido a partir da compreensão das interações entre os indivíduos e outros gestores de uma organização, é a ciência que aplica a teoria, ou seja, são formulados tendo como base princípios, dados e métodos a fim de otimizar o desempenho do bem estar humano e toda performance do processo produtivo organizacional.

### 2.1 Segurança nas Organizações

A Segurança do trabalho se tornou um tema muito importante desde a antiguidade quando os povos tentaram desenvolver atividades para o próprio sustento. O ser humano sempre encontrou ocasiões de riscos, seja na prática da caça, ou na sua busca constante pela sobrevivência e evolução, a segurança, então, se tornou uma condição básica para seguir na busca de suas metas, procurando sempre prever os riscos que podem afetar na execução das tarefas do cotidiano. A segurança do trabalho teve origem ainda nos século IV a.c., neste tempo a segurança no trabalho estava associada a acidentes de trabalho relacionados ao meio físico e ao comportamento humano (CARDELLA, 1999; VIEIRA, 1994; MERLO, 2000).

Ao se analisar os dados qualitativo, estatísticos é possível evidenciar que o grande número de Acidentes de Trabalho que se decorrem anualmente no País, especialmente na área de Segurança no Trabalho passou a ser um fato muito preocupante para os empreendimentos. Lima (2007) acrescenta que devido a ênfase instaurada pela forte demanda mundial durante a sistematização da gestão da qualidade, do meio ambiente,



da saúde e segurança ocupacional e pela responsabilidade social que o cenário está demandando, já é possível notar que as posturas inadequadas durante a execução de determinada atividade podem comprometer a produtividade e, conseqüentemente a lucratividade do empreendimento.

## 2.2 Posturas Inadequadas

Para Cheren (1992) as condições oferecidas aos colaboradores influenciam na realização das tarefas que agregam valor ao processo produtivo, já que ao adotar posturas incorretas, pode haver a incidência e o aparecimento de lesões ou mesmo dores musculares. Entretanto, é possível evidenciar que durante a fase de planejamento do projeto, as execuções incorretas do maquinário, dos equipamentos e dos postos de trabalho também influenciam significativamente na execução das tarefas. Em contrapartida, o redesenho dos postos de trabalho podem melhorar a postura e pode promover a redução da fadiga, dores corporais, afastamentos do trabalho e doenças ocupacionais impostas pelo trabalho.

A postura incorreta pode apresentar conseqüências danosas de maneira geral em três situações: nos trabalhos de inércia, que envolve postura estática durante um longo período de tempo; nas atividades que necessitam de muita força; e nos trabalhos que exigem posturas desconfortáveis, como tronco inclinado e torcido. Na primeira situação, há a sobrecarga dos músculos e das articulações que podem acarretar uma rápida fadiga muscular (IIDA, 2005).

Ainda segundo o autor Lida (2005) a postura ideal para o trabalhador pode ser evidenciada na forma de trabalho sentada, pois a maior parte dos músculos posturais estão relaxados, deixando o trabalho fixado somente para dar estabilidade à cintura escapular. Do mesmo modo, do ponto de vista quanto ao exercício muscular, pode-se considerar a posição sentada favorece com um baixo risco de algias na coluna, contudo, as estruturas das articulações ficam mais propensas a outros riscos de lesão, caso a posição não seja ergonomicamente favorável para o colaborador. Marras (1997) salienta que as cargas na coluna são sempre menores na posição sentada do que em uma postura em pé, uma vez que devido à elementos posteriores da coluna vertebral que formam uma carga ativa maior enquanto na posição ereta, aumentando a ocorrência de traumas musculares, desta forma, não é aconselhável que um funcionário fique sentado durante um longo período de tempo.

## 2.3 Traumas Musculares

Segundo Lida (2005), a incompatibilidade entre as exigências das funções ocorridas durante o trabalho e a capacidade física de um colaborador, pode provocar alguns traumas musculares. Ainda segundo o mesmo autor, eles ocorrem devido a um grande esforço excessivo sofrido nos músculos.

O trauma por impacto incide em decorrência de uma força súbita, ocorrida durante

um curto espaço de tempo, em uma região específica do corpo. Ocorre nos casos de colisões e quedas. Esse trauma pode causar contusões, traumatismos graves como lacerações nos tecidos e fraturas ósseas e em alguns casos podem levar à morte (IIDA, 2005).

O trauma por esforço excessivo com a incidência de uma locomoção de cargas excessivas, sem a concessão das devidas pausas. Sua decorrência pode ser causada por uma atividade eventual ou cotidiana, mas que, por exigir forças e movimentos inadequados do corpo, podem causar um peso excessivo ou de movimentos altamente repetitivos, como nas linhas de montagem (IIDA, 2005).

Iida (2005) afirma os traumas por esforços excessivos são responsáveis pela maior parte de afastamento de colaboradores, seja ela em decorrência de doenças e lesões no sistema musculoesquelético. A ergonomia se tornou peça-chave para combater os acidentes de trabalho, as doenças ocupacionais e as doenças profissionais.

É importante evidenciar também que, de acordo com Knoplich (1986), as doenças do sistema osteoarticular têm ocupado a 3ª posição entre as principais causas de aposentadoria por invalidez e, é uma das principais causas da ocorrência de auxílio doença, transformando-se não apenas em um problema social, mas também socioeconômico, ampliando ainda mais a relevância do estudo da ergonomia e suas ferramentas, em especial as que lidam diretamente com biomecânica ocupacional dos colaboradores.

## **2.4 Checklist de Couto**

O Check List de Couto é uma metodologia que constitui em uma série de perguntas relacionadas ao movimento realizado em determinada tarefa. De acordo com cada resposta, o item recebe uma pontuação. Ao final de cada item, obtém-se a porcentagem do total de pontos obtidos, considerando-se a situação ideal como fator comparativo (100%). Esta porcentagem fornece a informação do quanto à função do trabalhador oferece riscos a sua saúde.

Segundo Couto (1996), cada questão do *check-list* tem respostas com pontuações distintas, com os valores que variam entre 0 ou 1. Ao final do formulário, o aplicador analisará as respostas e será realizada a soma pontos evidenciados por cada um dos colaboradores pesquisados, seguindo os critérios preestabelecidos, será evidenciar as atividades que possuem maior grau significativo. Couto (1996) acrescenta ainda que os critérios, de acordo com a soma total dos pontos podem ser evidenciados como:

- Acima de 15 pontos: fator biomecânico muito significativo;
- Entre 10 e 14 pontos: fator biomecânico significativo;
- Entre 07 e 09 pontos: fator biomecânico de moderada importância;
- Entre 04 e 06 pontos: fator biomecânico pouco significativo;
- Abaixo de 3 pontos: ausência de fatores biomecânicos.

A identificação da gravidade destes fatores permite que os gestores adequem

a linha de produção, deixando-a ergonomicamente correta para que todos os colaboradores desempenhem suas tarefas com mais eficiência.

### 3 | METODOLOGIA

Inicialmente, foi realizado um estudo bibliográfico sobre a utilização da metodologia *Checklist* de Couto nos pequenos empreendimentos do setor alimentício. Em seguida, para que fosse possível desenvolver este relato, foram desenvolvidos dois questionários composto por questões abertas e fechadas, aplicados aos seis (6) colaboradores do setor de expedição. Para garantir uma maior eficiência nesta análise foi necessário que todos os colaboradores respondessem aos questionários, pois a melhoria eficiente na ergonomia da linha de produção, é necessário que todos os entrevistados contribuam registrando seus esclarecimentos sobre as tensões organizacionais que sofrem em seus postos de trabalhos, sejam tensões psicológicas ou musculares. Os dados secundários foram obtidos através da consulta em sites, artigos de caráter técnico-científico, livros, monografias, teses/dissertações de mestrado e doutorado.

As questões contidas nos questionários tinham o objetivo de adquirir informações quanto ao planejamento a curto, médio e longo prazo da empresa bem como, a organização estratégica do trabalho, os processos utilizados na fabricação dos produtos que podem acarretar algum tipo de lesão ou perda da produtividade operacional da empresa. Além disso, os questionários serviram também para identificar o grau de significância em cada um dos fatores observados pelos colaboradores do setor de expedição.

### 4 | ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com base nos resultados obtidos através dos questionários, foi possível formular o diagnóstico com as propostas de melhoria do local em análise. A partir da verificação dos questionários pode-se perceber que a atividade referente a expedição e transporte dos produtos proporciona uma fator biomecânico significativo, com 13 pontos. Dentre as categorias evidenciadas apenas em “ferramenta de trabalho” não houve pontuação significativa, já que não são utilizadas maquinário nesta atividade. Na categoria “sobrecarga física” houve uma pontuação significativa, já que há contato do punho com quinas vivas e é necessário a utilização de luvas para garantir maior segurança aos colaboradores. Na categoria “força com as mãos”, nota-se utilização da posição tipo pinça em cerca de 54% do tempo de trabalho.

Na categoria “posto de trabalho e esforço estático”, percebe-se que há a incidência de esforço estático, extensão, flexão, desvio ulnar e radial do punho. Já na categoria “posto de trabalho e esforço estático”, percebe-se que a bancada não é regulada é

dificulta a execução de uma mesma atividade por pessoas de estaturas distintas. E por fim, na categoria “repetitividade e organização do trabalho”, é possível estabelecer uma elevada repetitividade e frequências dos movimentos em um período de tempo reduzido.

Através do *Check-list* de Couto é possível demonstrar um risco significativo para estas funções, não podendo descartar o risco que a falta de práticas ergonômica influenciam na produtividade e no absenteísmo de colaboradores. O processo de expedição artesanal do queijo, realizado de forma manual, necessita de mais atenção, uma vez que pela grande demanda por um produto fabricado individualmente, não é possível automatizar totalmente esta tarefa.

Após a verificação de todos os procedimentos que causam maior desconforto aos colaboradores, foi realizada uma reunião juntamente com os gestores para que estimular a participação de todos os membros da organização na busca por um planejamento ergonômico que favoreça todos os membros do negócio. A realização desta reunião foi muito produtiva, pois além do fato de haver uma falha na comunicação interna entre os setores, foi possível constatar que os gestores não possuíam acesso a todos os setores da organização.

Assim, com base nos relatos demonstrados pelos colaboradores e gestores do laticínio, foi possível desenvolver um planejamento ergonômico que auxiliasse no aumento da lucratividade e na redução do absenteísmo na linha de produção. Para dar maior comodidade aos colaboradores que transportam manualmente os engradados de produtos, foi demonstrado um manual informando visualmente a qualidade da pega durante a locomoção dos produtos (figura 1).



Figura 1- Qualidade da pega

Fonte: Ergotriade, 2013

Nesta figura foi possível demonstrar aos colaboradores que os modelos ideias para transporte são os que têm uma alça acoplada ao engradado, já que isto permite distribuir igualmente o peso sobre as duas mãos e permite maior comodidade para evitar acidentes, outra modelo razoável adotado é pega na parte inferior do engradado, esta prática não é muito aconselhável por causar desconforto na parte superior dos músculos, e foi aconselhado aos colaboradores para evitarem sempre a pega

classificada como ruim, pois este tipo de pega não favorece o transporte e está muito propenso a acidentes já que o material do engrado dificulta o carregamento.

Outra atividade que favorece o risco de acidentes é o transporte da sala de expedição à câmara fria (figura 2), este tipo de transporte dificulta a locomoção do fardo, pois além da passarela de acesso ser inclinada e deslizar até certo ponto do caminho ele não se encontra em condições ideais para transportar pesos.



Figura 2- Rampa para acesso à câmara fria

Então para solucionar esta falha durante o transporte, foi aconselhado aos gestores a instalação de um equipamento móvel (esteiras, pontes rolantes ou talhas) que auxiliem os colaboradores durante o transporte, evitando assim, a possibilidade de acidentes devido ao peso dos engradados.

Outras propostas desenvolvidas para a melhoria na ergonomia do setor de expedição do empreendimento: utilização de placas informativas que demonstrem aos colaboradores sobre a possibilidade de um acidente; a elaboração de um projeto que vise atividades de recreação durante o trabalho, elevando a satisfação e motivação dos colaboradores ao executar suas atividades diárias; desenvolver uma mudança no *layout* organizacional, trocando alguns equipamentos de lugares, deixando tarefas agrupadas, subsequentes mais perto da próxima, para diminuição do carregamento de peso e a realização de cursos que auxiliem a garantir um melhor aproveitamento do espaço para desempenhar as atividades ergonômicas de forma satisfatória.

Após a conclusão de todos os procedimentos de melhoria do processo ergonômico da organização, foi realizado um comparativo entre a produtividade antes e depois a execução das atividades que favoreceram o ambiente de trabalho dos colaboradores do setor de expedição, no qual pode-se perceber uma redução satisfatória quanto a incidência de falhas e perda da produtividade no setor, os dados obtidos foram

evidenciados no gráfico, representados como figura 3. A média de 15 falhas semanais (representado de azul) foi substituída por uma média de aproximadamente 4 falhas (representado de vermelho), ou seja, houve uma redução de 75% das falhas existentes no setor, acarretando um aumento na produtividade e uma melhoria significativa da fabricação dos queijos artesanais

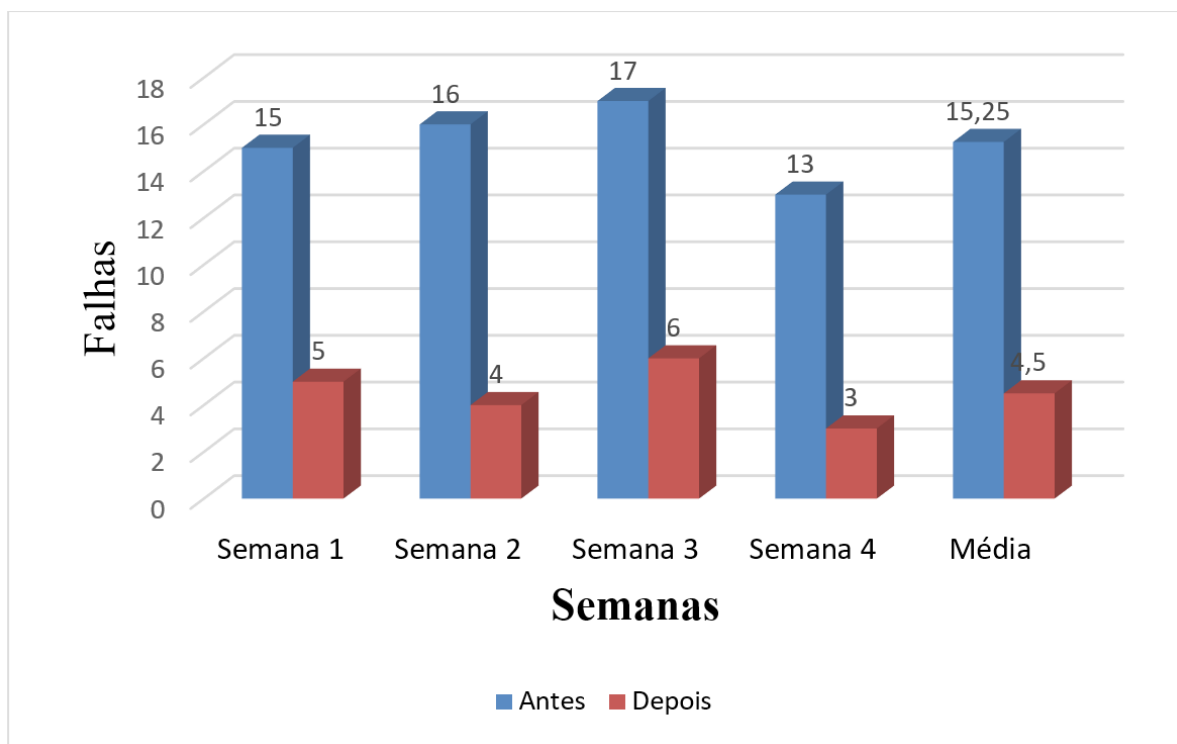


Figura 3 – Gráfico Comparativo das Falhas

Deste modo, foi possível perceber que após a implantação de melhorias ergonômicas os colaboradores parecem estimulados e menos cansados em efetuar as suas atividades diariamente. Esse fator fez com que se elevasse a motivação dos funcionários e diminuísse o índice de absenteísmo e do trabalho, elevando consequentemente, a lucratividade e a produtividade do empreendimento.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se com este estudo que a ergonomia está interligada à conservação das condições humanas e psicológicas dos trabalhadores em suas respectivas funções. Com o uso da tecnologia e estudos aprofundados sobre o assunto, pode-se notar que a aplicação deste estudo tem se tornado muito útil para detectar problemas posturais que ocorrem no cotidiano da linha de produção das organizações.

Na empresa analisada teve-se a preocupação em garantir a integridade dos funcionários, assim como manter o bem-estar dos mesmos durante a execução das atividades. Como benefício foi possível notar que uma melhoria nas relações sócio profissionais, intensificam, de forma significativa, na produtividade operacional dos empreendimentos.



## REFERÊNCIAS

CARDELLA, B. **Segurança no trabalho e prevenção de acidentes**. São Paulo: Atlas, 1999.

CHEREN, A J. **A coluna vertebral dos trabalhadores**. *Revista Medicina de Reabilitação*, n. 31. p. 17-25, 1992.

COUTO, H. A. **Ergonomia aplicada ao trabalho**. Belo Horizonte: Ed. Ergo Ltda, 1996. v. II.

ERGOTRIÁDE. **Você sabe qual é o Limite de Peso Recomendado?** Limite de Peso Recomendado: Saiba qual o peso que uma pessoa pode levantar, seja homem ou mulher, alto ou baixo, forte ou franzino. 2015. Disponível em: <<http://ergotriade.com.br/limite-de-peso-recomendado-saiba-qual-o-peso-que-uma-pessoa-pode-levantar-seja-homem-ou-mulher-alto-ou-baixo-forte-ou-franzino/>>. Acesso em: 01 jun. 2016.

GIL, Antônio Carlos. **Técnicas de pesquisa em economia e elaboração de monografias**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HILL, Manuela Magalhães; HILL, Andrew. **Investigação por Questionário**. Sílabo Ltda. Lisboa, 2012.  
IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

KNOPLICH, J. **Enfermidades da coluna vertebral**, 2 ed. São Paulo: Panamed, 1986.

LIMA, A. M. **Instrumentos de reporte de sustentabilidade: Triple Bottom Line**. Foz do Iguaçu: UFSM, 2007.

LIMA, F., DUARTE, F. Integrando a ergonomia ao projeto de engenharia: especificações ergonômicas e configurações de uso. **Gestão e Produção**, São Carlos, v. 21, n. 4, p. 679-690, 2014.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia Científica**. Ed. 4. São Paulo: Atlas, 2004

MARRAS, W. Biomechanics of human body. In: SALVENDY, G. **Handbook of human factors and ergonomics**. 2 ed. Nova Iorque: John Wiley e Sons, 1997.

MERLO, A. R. C. **Transformação no mundo do trabalho e saúde**. Porto Alegre: Artes e Ofícios, 2000.

RAMPAZZO, L. **Metodologia científica**. São Paulo: ed. Loyola, 2005.

TIDD, Joe *et al.* **Gestão da Inovação**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

VARELLA, Drauzio. **Lesões por esforços repetitivos (L.E.R./D.O.R.T.)**. 2014. Disponível em: <<http://drauziovarella.com.br/doencas-e-sintomas/lesoes-por-esforcos-repetitivos-l-e-r-d-o-r-t/>>. Acesso em: 19 ago. 2016.

VIEIRA, S. I. **Medicina básica do trabalho**. 2. ed. Curitiba: Gênese, 1994.

## ANÁLISE ERGONÔMICA DE UMA FÁBRICA DE CARROCERIA DE CAMINHÃO

### **Karollayne Menezes dos Reis**

Universidade Tiradentes

Aracaju – SE

### **Taiane Gonçalves da Silva**

Universidade Tiradentes

Aracaju – SE

### **Beatriz Fernandes Gonzaga**

Universidade Tiradentes

Aracaju – SE

### **Antônio Guimarães Santos Júnior**

Universidade Tiradentes

Aracaju – SE

### **Gláucia Regina de Oliveira Almeida**

Universidade Tiradentes

Aracaju – SE

**RESUMO:** A ergonomia é o estudo da adaptação do trabalho ao homem relacionando o desenvolvimento de suas tarefas as características do trabalhador. Másculo e Vidal (2011 apud CRUZ *et al.*, 2015), afirmam que a ferramenta OWAS é um método simples para análise da postura avaliando o posicionamento do tronco, braços e pernas do trabalhador, além de considerar as cargas e esforços durante as realizações das suas atividades. O presente artigo objetivou a realização de uma Análise Ergonômica do Trabalho (AET) analisando as condições do ambiente de trabalho em uma

fábrica de carroceria de caminhão. Os dados foram obtidos através de fotografias, filmagens e observações in loco no processo produtivo da fabricação de uma carroceria. Podem-se avaliar as seguintes etapas: preparação da madeira, ferragem, montagem e pintura, e suas subetapas, a fim de detectar riscos ergonômicos e preconizar soluções baseadas nos resultados obtidos. Nesses postos de trabalho, os funcionários estão expostos a ruído excessivo, acima de 90 dB, possuem posturas incorretas, realizam movimentos repetitivos e não são instruídos para a utilização dos EPI's. Os dados obtidos nesta pesquisa podem servir como sugestões e recomendações para melhoria dos postos de trabalho da empresa analisada, visando à melhoria da saúde do trabalhador.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ergonomia; método OWAS; análise ergonômica do trabalho.

**ABSTRACT:** An ergonomics and study of the adaptation of work to man relating the development of his tasks as characteristics of the worker. Másculo e Vidal (2011 apud CRUZ *et al.*, 2015), affirm that the OWAS tool is a simple method for posture analysis evaluating the positioning of the trunk, arms and legs of the worker, in addition to considering the loads and efforts during the accomplishment of their activities. The present article aimed the realization of an Ergonomic Analysis of

Work (EWA) analyzing the conditions of the work environment in a truck body factory. The data were obtained through photographs, filming and observations in loco in the production process of the manufacture of a body. The following steps can be evaluated: wood preparation, hardware, assembly and painting, and its sub-stages, in order to detect ergonomic risks and to recommend solutions based on the results obtained. In these jobs, employees are exposed to excessive noise, over 90 dB, have incorrect postures, perform repetitive movements and are not instructed to use PPE. The data obtained in this research can serve as suggestions and recommendations to improve the jobs of the company analyzed, aiming at improving the health of the worker.

**KEYWORDS:** ergonomics; OWAS method; ergonomic work analysis.

## 1 | INTRODUÇÃO

O processo de carga e descarga de materiais, posturas incorretas e postos de trabalhos ergonomicamente inadequados demandam grande sobrecarga de esforços musculares, que se executadas repetidas vezes durante o expediente de trabalho podem resultar em problemas envolvendo riscos ergonômicos. O presente estudo trata da realização de uma análise ergonômica do trabalho em uma fábrica de carroceria de caminhão. O problema central da pesquisa pode ser enunciado pela seguinte pergunta: O ambiente de trabalho, as condições disponíveis no local de trabalho, as novas tecnologias, normas e políticas internas de segurança na empresa contribuem para a satisfação e proteção do empregado no desenvolvimento da sua função?

Tem como justificativa a necessidade de avaliação ergonômica e aplicação de medidas em função da grande quantidade de funcionários com reclamação de problemas de saúde. Essa situação traz e pode trazer consequências negativas tanto para a empresa como para o próprio funcionário, pois possíveis afastamentos podem ocorrer e causará gastos desnecessários para a empresa.

A ergonomia é um campo do conhecimento, cujo objetivo é analisar o trabalho, de forma a poder contribuir com a concepção e/ou transformação das situações e dos sistemas de trabalho (SOUSA e PROENÇA, 2004). Para determinar as informações da análise da realização do trabalho é preciso estabelecer uma visão essencial das características que possam ocorrer em uma nova tarefa: mecanismos técnicos, meios, ambientes e corporação de trabalho, além das habilitações e das delegações executadas pelos operadores.

O reconhecimento, por parte das empresas, de que a adaptação do ambiente de trabalho sempre ocorre no sentido do trabalho para o homem já tem ocorrido com uma maior intensidade do que em épocas mais remotas, diante de inúmeras informações e pressões a elas. A recíproca, ou seja, a possibilidade de adaptar o homem ao trabalho, nem sempre é verdadeira. Além de ser muito mais difícil, esse tipo de orientação pode resultar em máquinas de difícil operação ou em condições adversas de trabalho, sacrificando o trabalhador, o que seria inaceitável para a ergonomia. Ainda assim,

essas ocasiões ainda têm ocorrido (IIDA, 2005 apud CRUZ *et al.*, 2015).

Durante muitos anos, as empresas negligenciaram questões referentes à segurança, higiene e conforto dos trabalhadores. O objetivo central era o lucro, este obtido através do aumento da produção promovido pela exploração da mão de obra. Segundo o Núcleo de Pesquisa em Ciências da Engenharia (SEGRAC), essa negligência resultou em consequências que acabou por “forçar” os órgãos competentes do Ministério do Trabalho a criação de normas ligadas a esta questão. Dentre as consequências aqui referidas, pode-se citar o aumento do número de acidentes de trabalho que resultaria em redução da produtividade. (ABRAO & PINHO, 1999 apud FERREIRA *et al.*, 2010).

Segundo Dul e Weerdmeester (2004 apud MOTTA, 2009), 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.

Ao longo de uma jornada de trabalho pode-se ocorrer uma grande demanda de esforços que decorrente do processo repetitivo e contínuo, é capaz de causar doenças ocupacionais acarretadas ao longo do tempo.

O sistema de avaliação utilizado, OWAS, é uma ferramenta ergonômica prática. Seus desenvolvedores foram três pesquisadores finlandeses que trabalhavam em uma siderúrgica: Karku, Kansu e Kuorinka, no ano de 1977. O começo se deu através de análise fotográfica das posturas principais, as quais podiam ser observadas em indústrias pesadas, sendo encontradas 72. Esse número é resultante de diferentes combinações de dorso, braços e pernas. A consistência deste sistema apresenta-se razoável: foi realizado um teste do método diante de inúmeras observações, em tarefas específicas de indústrias, por parte de diferentes analistas treinados, para um mesmo trabalho; eles registraram, em média, 93% de concordância. Além disso, um mesmo trabalhador, analisado pela manhã e pela tarde, mantinha 86% das posturas documentadas e diferentes trabalhadores, para as mesmas tarefas, dotavam de 69% de semelhança nas posturas (IIDA, 2005 apud CRUZ *et al.*, 2015).

Com base nessas avaliações, as posturas são classificadas em quatro categorias que dependem do tempo de duração das posturas, em relação à jornada de trabalho

ou da combinação entre dorso, braços, pernas e carga.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi realizada durante os meses de março, abril e maio de 2017 em uma fábrica de carroceria de caminhão no interior do estado de Sergipe. Os dados foram obtidos através de fotografias, filmagens e observações do ambiente de trabalho dos funcionários que participam das etapas e subetapas da fabricação de uma carroceria, a fim de detectar riscos ergonômicos e preconizar soluções baseadas nos resultados obtidos.

As atividades realizadas pelos funcionários, durante o expediente, são repetitivas, com auxílio de máquinas e ferramentas próprias da função e fazendo o transporte de cargas das partes já prontas. O processo de fabricação da carroceria está dividido em 4 etapas: preparação da madeira, subdividida em corte, lixamento, perfuração e frisagem; processo de ferragem, montagem e pintura. Na preparação da madeira, a matéria-prima passa por diversos maquinários até ficar na maneira desejada. No processo de ferragem, o ferro bruto é transformado em grampos e objetos que serão utilizados no processo de montagem; A montagem e a pintura usam poucas máquinas, pois se utiliza mais ferramentas. Nesses postos de trabalho, os funcionários estão expostos a ruído, possuem posturas incorretas, realizam movimentos repetitivos e os próprios não são instruídos pela empresa a utilizarem os EPI's corretamente.

Másculo e Vidal (2011 apud CRUZ *et al.*, 2015), afirmam que a ferramenta OWAS é um método simples para análise da postura (Figura 1) do trabalhador durante as realizações de atividades. Os resultados obtidos têm como base o posicionamento da coluna, braços e pernas, além de considerar, após, as cargas e esforços feitos durante a realização da atividade. Assim, após a etapa de classificação das posturas e da determinação do peso das cargas, estes valores encontrados são confrontados com o quadro 1, no qual é obtido o resultado final que indica a determinação do nível de risco.

Após a determinação da classificação de postura nos resultados obtidos toma-se como referência uma escala de quatro pontos para definir a categoria de ação a ser tomada.

Categoria 1: postura normal, que dispensa cuidados, a não ser em casos excepcionais;

Categoria 2: postura que deve ser verificada durante a próxima revisão rotineira dos métodos de trabalho;

Categoria 3: postura que deve merecer atenção a curto prazo;

Categoria 4: postura que deve merecer atenção imediata.

DORSO	1		1	Reto
	2		2	Inclinado
	3		3	Reto e torcido
	4		4	Inclinado e torcido ex: 2151 RF
BRAÇOS	1		1	Dois braços para baixo
	2		2	Um braço para cima
	3		3	Dois braços para cima
PERNAS	1		1	Duas pernas retas
	2		2	Uma perna reta
	3		3	Duas pernas flexionadas
	4		4	Uma perna flexionada
	5		5	Uma perna apoiada
	6		6	Deslocamento com pernas
	7		7	Duas pernas suspensas
CARGA	1		1	Carga ou força até 10 kg
	2		2	Carga ou força entre 10 kg e 20 kg
	3		3	Carga ou força acima de 20 kg
				xy Código do local ou seção onde foi observado

Figura 1 – Sistema OWAS de registro de postura.

Fonte: CRUZ *et al.*, (2015)

Costas	Braços	Pernas																						
		1			2			3			4			5			6			7			Força	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1		1
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	2	2	3	1	1	1	
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3	4	3	3	4	2	
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	1	1	1	1	
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	1	1	
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	

**CATEGORIAS DE AÇÃO**  
1 – Não são necessárias medidas corretivas  
2 - São necessárias medidas corretivas em um futuro próximo  
3 - São necessárias correções tão logo quanto possível  
4 - São necessárias correções imediatas

Fonte: Wilson e Corlett, 1995

Quadro 1 – Classificação das Posturas.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primeiramente foram analisados os trabalhadores que participam da preparação da madeira em suas subetapas. Com a análise da postura por meio do OWAS, obteve-se a seguinte classificação dos riscos, apresentada nas tabelas a seguir.

Como o processo de preparação da madeira inicia-se pelo corte, esse foi o primeiro posto de trabalho analisado e obtiveram-se os resultados conforme tabela 1:



Condições OWAS			
Dorso	Braços	Pernas	Carga
4	1	2	1

Tabela 1 - Codificação OWAS para postura na subetapa de corte da madeira.

De acordo com AET e observações no posto de trabalho, como mostra a figura 2, o posto de trabalho não está adequado, pois, é necessário que os cavaletes estejam na altura adequada para cada trabalhador.



Figura 2 - Postura e posto de trabalho no corte da madeira.

Fonte: Autoria própria

Posteriormente analisou-se a subetapa de lixagem da madeira, e através do Método OWAS, resultou a tabela 2:

Condições OWAS			
Dorso	Braços	Pernas	Carga
2	1	1	1

Tabela 2 - Codificação OWAS para postura na fase de lixagem da madeira.

Os dados tabelados oriundos da figura 3, mostra que o trabalhador está com a coluna inclinada, devido à baixa altura dos cavaletes.



Figura 3 - Postura e posto de trabalho na lixagem da madeira

Fonte: Autoria própria

Por último verificou-se as subetapas de furar e frisar a madeira e foram obtidos os resultados presentes nas tabelas 3 e 4, respectivamente:

<b>Condições OWAS</b>			
<b>Dorso</b>	<b>Braços</b>	<b>Pernas</b>	<b>Carga</b>
1	1	2	1

Tabela 3 - Codificação OWAS para postura na fase de furagem da madeira.

<b>Condições OWAS</b>			
<b>Dorso</b>	<b>Braços</b>	<b>Pernas</b>	<b>Carga</b>
2	1	3	1

Tabela 4 - Codificação OWAS para postura na fase de frisagem da madeira.

Como mostra as figuras 4 e 5, o principal problema está na flexão das pernas, onde as mesmas deveriam estarem retas, distribuindo assim a carga corporal por igual. Retomando a figura 5, foi observado que o dorso está inclinado, um dos motivos pode ser o cansaço gerado pelo trabalho repetitivo.



Figura 4 - Postura e posto de trabalho onde a madeira é perfurada.

Fonte: Autoria própria

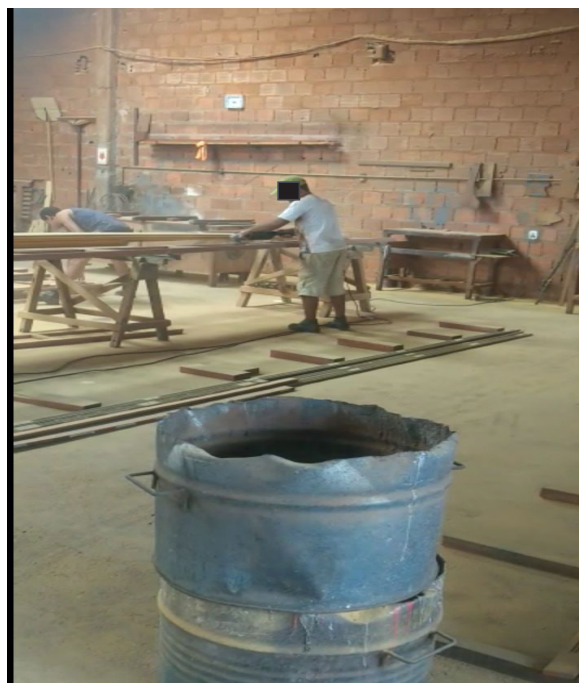


Figura 5 - Postura e posto de trabalho do frisamento da madeira.

Fonte: Autoria própria

Em seguida foram analisadas através do OWAS as posturas dos funcionários que trabalham na etapa de ferragem. Obtiveram-se os resultados demonstrados nas tabelas 5 e 6:

Condições OWAS			
Dorso	Braços	Pernas	Carga
2	1	7	1

Tabela 5 - Codificação OWAS para postura na etapa de ferragem.

Condições OWAS			
Dorso	Braços	Pernas	Carga
1	2	2	1

Tabela 6 - Codificação OWAS para postura na etapa de ferragem.

Os problemas das figuras 6 e 7 estão relacionados à falta do uso de EPI's, que deveria se utilizado uma máscara de soldagem ao invés de tecido como proteção. Já na análise de OWAS o trabalhador da figura 5 inclina-se para obter conforto, mas não tendo consciência do erro na postura corporal. Através da figura 6 é possível inferir que o movimento repetitivo com o braço elevado, ocorre devido à máquina.



Figura 6 - Postura e posto de trabalho na etapa de ferragem.

Fonte: Autoria própria



Figura 7 - Postura e posto de trabalho na etapa de ferrugem.

Fonte: Aatoria própria

Para a montagem da carroceria foram analisados por meio da ferramenta OWAS duas partes, obtiveram-se o resultado exposto na tabela 7:

Condições OWAS			
Dorso	Braços	Pernas	Carga
4	1	4	1

Tabela 7 - Codificação OWAS para postura na montagem da carroceria.

O trabalhador (figura 8) pode apresentar sérios problemas futuros, devido a postura incorreta do dorso e pernas, coluna inclinada e torcida e pernas flexionadas.



Figura 8 - Postura e posto de trabalho na etapa de montagem da carroceria.

Fonte: Aatoria própria



Por fim, analisou-se a etapa de pintura da carroceria. Com aplicação do método OWAS, obtiveram-se os resultados demonstrados nas tabelas 8, 9 e 10.

Condições OWAS			
Dorso	Braços	Pernas	Carga
4	1	1	1

Tabela 8 - Codificação OWAS para postura na etapa de pintura da carroceria.

Condições OWAS			
Dorso	Braços	Pernas	Carga
4	1	4	1

Tabela 9 - Codificação OWAS para postura na etapa de pintura da carroceria.

Condições OWAS			
Dorso	Braços	Pernas	Carga
2	2	5	1

Tabela 10 – Codificação OWAS para postura na etapa de pintura da carroceria.

As figuras 9 e 10, avaliadas nas tabelas 8 e 9, respectivamente, apresentam o mesmo erro de postura no dorso, que se apresentam inclinado e torcido com os braços para baixo. As pernas do trabalhador, que aparece na figura 10 estão flexionadas, logo a carga corporal estar sobrecarregando os joelhos. Na figura 11, avaliada na tabela 10, além do trabalhador colocar em risco sua vida, por se encontrar embaixo da carroceria, o dorso está inclinado e as pernas flexionadas.



Figura 9 - Postura e posto de trabalho na etapa de pintura da carroceria.

Fonte: Autoria própria





Figura 10 - Postura e posto de trabalho na etapa de pintura da carroceria.

Fonte: Autorial própria



Figura 11 - Postura e posto de trabalho na etapa de pintura da carroceria.

Fonte: Autorial própria

Os resultados obtidos mostraram que na etapa da preparação da madeira e na ferragem o índice de posturas no dorso e a posição das pernas são incorretas apresentando um *score* de 5 pontos necessitando de adaptação do posto de trabalho. Na etapa de ferragem também foi observado movimentos repetitivos com o braço elevado, ângulo de aproximadamente  $25^{\circ}$ , por causa da máquina utilizada; o trabalhador da etapa de montagem é um dos mais críticos, pois, apresenta postura incorreta do dorso e pernas, coluna inclinada e torcida e pernas flexionadas, podendo ter sérios problemas futuros; e na etapa de pintura os trabalhadores aparecem com coluna inclinada e joelhos flexionados sendo sobrecarregados pela carga corporal, um dos trabalhadores dessa etapa é colocado em risco de vida por se encontrar embaixo

da carroceria.

## 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a aplicação do método OWAS, foi possível descrever as atividades realizadas no cotidiano pelos funcionários, examinar e classificar as posturas, como também categorizar as atividades em relação a risco oferecido, sugerindo a empresa a adotar medidas corretivas na realização das tarefas e a alteração no local de trabalho, em busca da adaptação do trabalho ao homem. Nesse contexto, as medidas a serem tomadas relacionam-se através da observação real do trabalho e aplicação de formas mais racionais para a realização do mesmo, dessa maneira evitando esforços desnecessários adaptando os equipamentos em relação ao funcionário; introdução de técnicas de organizações tais elas como: manutenção de equipamentos, organização do layout da empresa para evitar movimentos desnecessários dos trabalhadores transportando os materiais de uso; e oferecer uma educação contínua para o uso de EPI, diminuindo riscos de acidentes e evitando gastos financeiros da empresa com trabalhadores doentes ou acidentados.

## REFERÊNCIAS

ABRAO, J. I. , PINHO, D. L. M. **Teoria e Prática Ergonômica: Seus Limites e Possibilidades**. Ed: Brasília. Universidades de Brasília, 1999.

CRUZ, V. C., BRITO, F. S. R. de; MELO, C. B. de; CORREA, A. P. S. T. **Aplicação do método OWAS e análise ergonômica do trabalho em um segmento de uma empresa de grande porte situada no município de Campos dos Goytacazes**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 35, Fortaleza, 2015.

DUL, J., WEERDMEESTER, B. **Ergonomia Prática**. Tradução de Itiro lida. 2. ed. São Paulo. Edgard Blücher, 2004.

FERREIRA, A. S. et al. **Análise ergonômica e aplicação do método OWAS em uma oficina de manutenção mecânica de uma usina**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 30, São Carlos, 2010.

IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

MÁSCULO, F. S.; VIDAL, M. C. **Ergonomia: Trabalho adequado e eficiente**. Rio de Janeiro: Elsevier Ltda, 2011.

MOTTA, F. V. **Avaliação ergonômica de postos de trabalho no setor de pré- impressão de uma indústria gráfica**. Juiz de Fora: UFJF, 2009.

SOUSA, A. A., PROENÇA, R. P. C. **Tecnologias de gestão dos cuidados nutricionais: recomendações para qualificação do atendimento nas unidades de alimentação e nutrição hospitalares**. Revista Nutrição, Campinas, v. 17, n. 4, p. 425-436, out-dez 2004.

## ANÁLISE ERGONÔMICA DA ATIVIDADE DE PODA EM UMA FAZENDA PRODUTORA DE UVA DE MESA NO VALE DO SÃO FRANCISCO

### **Ricardo Barbosa Bastos**

Universidade Federal do Vale do São Francisco,  
Departamento de Engenharia de Produção  
Petrolina - Pernambuco

### **Angelo Antonio Macedo Leite**

Universidade Federal do Vale do São Francisco,  
Departamento de Engenharia de Produção  
Petrolina - Pernambuco

### **Francisco Alves Pinheiro**

Universidade Federal do Vale do São Francisco,  
Departamento de Engenharia de Produção  
Petrolina - Pernambuco

### **Bruna Angela Antonelli**

Faculdade São Francisco de Juazeiro,  
Departamento de Engenharia de Produção  
Juazeiro - Bahia

### **Hélio Cavalcanti Albuquerque Neto**

Universidade Federal do Piauí, Curso de  
Engenharia de Produção  
Teresina - Piauí

**RESUMO:** Atividades agrícolas oferecem exposição a riscos ergonômicos por parte de seus trabalhadores, uma vez que executam suas atividades em posturas inadequadas, exercendo grandes forças musculares. Este trabalho teve como objetivo analisar ergonomicamente o trabalho de poda e sua relação com a saúde do trabalhador. Para tanto, utilizou-se a metodologia da Análise

Ergonômica do Trabalho, juntamente com aplicação de questionário, fotos e ferramentas ergonômicas que auxiliaram na análise dos postos. Os resultados apontam para um risco acentuado de lesões nos membros superiores dos podadores, principalmente nos ombros, além de verificar que há uma necessidade de adequação do posto de trabalho. Conclui-se que diante aos problemas relatados, que a longo prazo os trabalhadores podem desenvolver as Doenças Osteomusculares Relacionadas ao Trabalho (DORT).

**PALAVRAS-CHAVE:** Ergonomia. Poda. Viticultura.

**ABSTRACT:** Agricultural activities offer exposure to ergonomic hazards on the part of their workers, since they perform their activities in inappropriate postures, exerting great muscular forces. Thus, this work aimed to analyze ergonomically the work of pruning and its relation with the health of the worker. For that, the methodology of the Ergonomic Work Analysis was used, together with questionnaire application, photos and ergonomic tools that aided in the analysis of the stations. The results point to a marked risk of injuries to the upper limbs of the pruners, especially in the shoulders, besides verifying that there is a need to adapt the work position. It is concluded that in the face of the reported problems, that in the long term

the workers can develop the Work-Related Osteomuscular Diseases (DORT).

**KEYWORDS:** Ergonomics. Pruning. Viticulture.

## 1 | INTRODUÇÃO

A atividade agrícola é uma das principais atividades econômicas do Vale do São Francisco dentre as quais se destaca as atividades de produção de uvas de mesa. No ano de 2015 o Vale foi responsável por 99,8% das exportações de uvas de mesa do Brasil, que corresponde a um volume de aproximadamente 34.339 toneladas e um valor de exportação de US\$ 72.147.447 (BRASIL, 2016).

Embora a produção de uvas de mesa seja realizada em alguns estados brasileiros, é no Vale do São Francisco (Figura 1) que o aperfeiçoamento tecnológico permite a produção dessas uvas com um maior padrão de qualidade, em vários períodos do ano.



Figura 1 – Localização da região estudada

Fonte: skyscrapercity (2017)

A viticultura se destaca pela empregabilidade de muitos trabalhadores na região, cerca de 30 mil atualmente (ACADEMIA DO VINHO, 2014). Existe uma série de atividades que podem causar algum tipo de problema para a saúde física dos trabalhadores. Dentre elas destaca-se a poda. A poda da videira consiste na remoção de ramos, braços e partes herbáceas (brotações, gavinhas, folhas, cachos, entre outros) (LEÃO, 2010).

Recentemente, o estudo de Leite (2013) verificou nesta região muitas queixas dos trabalhadores em relação a dores musculares durante a atividade de poda. Ademais, constatou-se quem lacuna na literatura no tocante a ausência de estudos para descobrir as causas e as consequências dessa atividade. Sendo assim, surgiu à necessidade deste trabalho que teve como objetivo analisar ergonomicamente o trabalho de poda e sua relação com a saúde do trabalhador.

## 2 | METODOLOGIA

Neste trabalho utilizou-se o método da pesquisa qualitativa, tendo em vista que se adotou critérios não quantitativos para levantamento dos dados. Ressalta-se que para Minayo (2000), a pesquisa qualitativa trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis. Aliado a pesquisa, este trabalho fez uso da técnica da entrevista e aplicação de questionário para obter informações juntos aos trabalhadores. Esta técnica representa um dos instrumentos básicos para a coleta de dados, dentro da perspectiva da pesquisa qualitativa.

Para auxiliar a realização desta pesquisa, utilizou-se a Análise Ergonômica do Trabalho (AET), que tem com objetivo aplicar os conhecimentos da ergonomia para analisar, diagnosticar e recomendar sugestões. A metodologia utilizada na AET foi uma observação direta, registrada em fotografias, onde se avaliou todos os setores da empresa, descrevendo os movimentos e posturas comumente adotadas pelos colaboradores e detectando-se os riscos ergonômicos envolvidos nos diversos postos de trabalho.

## 3 | REFERENCIAL TEÓRICO

### 3.1 Análise ergonômica do trabalho

A Análise Ergonômica do Trabalho (AET) é uma ferramenta sistêmica que visa conduzir e orientar alterações para evoluir os meios de trabalho sobre os pontos críticos evidenciados. Esta possibilita identificar e avaliar a ação das mais importantes condicionantes que podem afetar o trabalho e o contexto organizacional (FEITOSA; MOREIRA, 2005). Num contexto geral a AET se divide em cinco etapas: análise da demanda; análise da tarefa, análise da atividade, diagnóstico e recomendações. Assim, as subseções posteriores visam explicar sucintamente essas variáveis.

#### *3.1.1 Análise da demanda*

A análise da demanda está relacionada à descrição de uma problemática ou de um problema que justifique a real necessidade de uma ação ergonômica. Pode ter diversas origens, tanto por parte da direção da empresa, como da parte dos trabalhadores e suas sindicais. A análise da demanda procura entender a natureza e a dimensão dos problemas apresentados (IIDA, 2005).

De uma forma genérica, a análise da demanda é a definição do problema que será estudado, a partir da ótica dos diversos atores sociais envolvidos. É o ponto inicial para toda análise ergonômica, permitindo delimitar os problemas a serem abordados em uma análise ergonômica.

### 3.1.2 *Análise da tarefa*

A análise da tarefa leva em consideração a qual trabalho deve-se submeter o trabalhador e as condições ambientais em que as atividades serão realizadas. Ou seja, uma análise do conjunto dos serviços prestados.

A tarefa é um conjunto de objetivos prescritos, que os trabalhadores devem cumprir. Ela corresponde a um planejamento do trabalho e pode estar contida em documentos formais, como a descrição de cargos. A AET analisa as discrepâncias entre aquilo que é prescrito e o que é executado, realmente. Isso pode acontecer porque as condições efetivas são diferentes daquelas previstas e também porque nem todos os trabalhadores seguem rigidamente o método prescrito. Daí se conclui que a AET não pode basear-se simplesmente nas tarefas, devendo observar como as mesmas distanciam-se da realidade. Em consequência, os controles gerenciais também não podem basear-se apenas nas tarefas prescritas (IIDA, 2005)

Assim, é importante uma avaliação e controle dos riscos ambientais existentes ou que venham a existir no ambiente de trabalho. Analisar os riscos físicos, químicos, biológicos e ergonômicos que os trabalhadores podem ter no ambiente de trabalho.

### 3.1.3 *Análise da atividade*

Nessa análise, são compreendidas as atividades desempenhadas pelos trabalhadores. Foca-se no trabalho e não no trabalhador propriamente, buscando compreender a relação existente entre o trabalhador, a tarefa e os meios que conduzem a atividade. A atividade avalia o comportamento do trabalhador, no cumprimento de uma tarefa, ou seja, a maneira pela qual o mesmo procede para atingir seus objetivos que lhe foram requisitados (IIDA, 2005).

Segundo Lida (2005), a atividade sofre influência por fatores internos e externos. Os internos são ligados aos trabalhadores (idade, sexo, motivação, fadiga, sono entre outros) e os externos são relativos às condições em que as atividades são executadas (conteúdo do trabalho, organização do trabalho e meios técnicos).

Nesta etapa tem-se uma verificação quanto às formas comportamentais do ser humano no trabalho (gestuais, informais, regulatórios e cognitivos).

### 3.1.4 *Diagnóstico*

Feita a realização de todas as inferências sobre o problema, reúne-se os dados colhidos, para organização, tabulação e interpretação dos resultados, formando desta forma conhecimento, acerca da atividade, para que assim possa agir subsidiando o pesquisador numa visão que possivelmente levará ao diagnóstico da situação laboral.

O diagnóstico visa descobrir e identificar as causas que provocam o problema descrito na demanda, englobando os diversos fatores relacionados ao trabalho e com a empresa, que têm influência sobre a atividade (IIDA, 2005).



### 3.1.5 Recomendações

As recomendações estão ligadas às providências que deverão ser tomadas para resolver o problema diagnosticado. Tais recomendações devem estar de forma clara e especificada, descrevendo-se todas as etapas necessárias para resolver o problema. Se for preciso, devem ser acompanhadas de figuras com detalhamentos das modificações a serem feitas em máquinas ou postos de trabalho (IIDA,2005). A Figura 2 representa um resumo para o esquema da metodologia da AET.

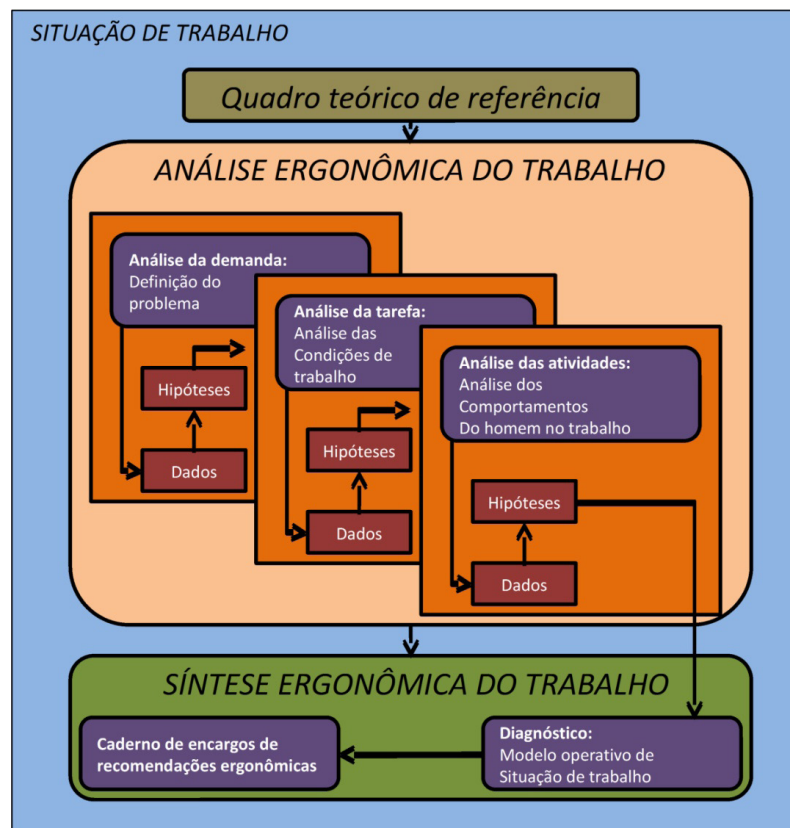


Figura 2 – Esquema metodológico da AET

Fonte: Adaptado de Santos e Fialho (1997)

Todo tipo de atividade representa um risco ergonômico para as pessoas que estão envolvidas no processo, seja o trabalho estruturado ou não. Tais agentes de risco podem provocar limitações ou lesões crônicas de origem física ou psicofisiológicas.

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Caracterização da empresa

A empresa estudada é uma fazenda que possui uma área plantada de 320 hectares, destes 50 hectares são destinados especificamente para a produção de uvas finas de mesa, sendo o restante ligado ao cultivo de outras culturas, como palmito e manga. A produção atual de uva de mesa é em torno de 1.300 toneladas. Desta,

aproximadamente 80% está voltado para o mercado externo.

Dos cerca de 240 funcionários, 130 estão ligados à produção de uvas. Comenta-se que esta disparidade de trabalhadores ligados a esta cultura em relação aos demais é justificado pela complexidade da produção da mesma. No mais, deve-se destacar que a variedade de uva cultivada na fazenda é a Crimson sem sementes.

## 4.2 Análise ergonômica do trabalho

Para a realização da Análise Ergonômica do Trabalho (AET) na presente pesquisa, utilizou-se as cinco etapas elucidadas sucintamente na revisão bibliográfica: análise da demanda, análise da tarefa, análise da atividade, diagnóstico e recomendações.

### 4.2.1 Análise da demanda

A demanda foi provocada pelas queixas relacionadas a dores osteomusculares de trabalhadores que atuam na poda das videiras registradas pelos estudos de Leite (2013). Foi levada em consideração, também, a importância econômica da atividade para a região e um questionamento se realmente existem riscos ergonômicos ligados à atividade. Desta maneira, verificou-se a necessidade de se identificar se tal atividade poderia causar algum dano aos trabalhadores.

A partir daí, direcionou-se uma pesquisa bibliográfica sobre o tema, verificando uma ausência de trabalhos científicos voltados para este tema nesta região. Sendo assim, a fundamentação teórica, se fez fundamental para fornecer elementos que contribuíram na identificação a partir de observações diretas.

### 4.2.2 Análise da tarefa

Nesta pesquisa observou-se a tarefa realizada por seis trabalhadores que executam a atividade de poda na fazenda. Destes, somente cinco participaram da pesquisa de campo. Observou-se que a amostra pesquisada é caracterizada por trabalhadores do sexo masculino, na faixa etária entre 30 e 55 anos, alfabetizados, com ensino fundamental incompleto.

Nesta fazenda são realizados dois tipos de poda: a poda de produção e a de formação. Sendo dois meses destinados para cada, tendo um intervalo de quatro meses. Os trabalhadores que realizam tais podas são os mesmos. A qualidade da poda é definida por um consultor, Engenheiro Agrônomo, que acompanha diariamente as atividades da empresa. Existe um encarregado que acompanha *in loco* a realização da atividade, fiscalizando as metas e acompanhando o controle de qualidade do trabalho realizado.

Mesmo se tratando de um mês de temperaturas mais amenas na região, verificou-se uma temperatura bastante elevada, entre 28°C e 35°C, causando um desconforto térmico, tendo em vista que os trabalhadores estão diretamente expostos ao sol durante

toda a execução do trabalho. A tendência é que no período de verão, o desconforto seja ainda maior e cause maiores dificuldades e danos para com a atividade laboral.

O sistema de condução adotado pela fazenda, para a sua produção é a latada, mais usual no Vale do São Francisco. Este sistema exige uma sobrecarga muscular dos membros superiores dos trabalhadores tendo em vista que permanecem com a mãos elevadas acima dos ombros.

A jornada de trabalho é de nove horas diária, com início às 7:00h e término às 17:00h, com uma pausa de 1 hora para o almoço, de segunda-feira à sexta-feira, com os sábados considerados como hora-extras sendo realizados apenas em casos especiais. A remuneração é de um salário mínimo rural, e um bônus de R\$ 0,25, por planta, sendo este considerado, apenas, após a meta diária ser atingida.

Os trabalhadores da atividade da poda recebem uma meta diária que varia entre 100 e 140 plantas, tendo uma média de 120 plantas diárias a ser podada. Normalmente, esta meta é atingida no período matutino, antes da parada para o almoço. Atingida a meta, fica a critério do trabalhador continuar ou não sua atividade. Caso ele opte por não trabalhar ele fica descansando até o fim do expediente. Em sua maioria, a opção é a do descanso.

A atividade de poda nesta fazenda ocorre durante quatro meses, sendo estes divididos em dois meses para cada semestre do ano. Durante os outros oito meses, estes trabalhadores são voltados para outras atividades ligadas à empresa.

#### *4.2.3 Principal ferramenta de trabalho*

A ferramenta que é utilizada para a atividade é exclusivamente a tesoura de poda, modelo Berg como ilustrada na Figura 3.



Figura 3 - Tesoura de Poda – Modelo Berg

Fonte: <http://www.niposantoamaro.com.br/tesoura-de-poda-berg-tools-970-p.html>

#### 4.2.4 Análise da atividade

Foi observada durante a pesquisa uma série de possíveis riscos ergonômicos ligados à atividade laboral que atuam influenciando a forma de trabalho dos podadores. A Figura 4 mostra o trabalhador em diferentes posturas durante o ciclo produtivo.



Figura 4 - Trabalhador em diferentes posturas no ciclo produtivo

Fonte: Autores (2017)

Para realização da atividade pode-se observar a necessidade de visualização constante dos podadores, devido à elevação do dossel da videira, isso implica a uma postura estática da coluna cervical permanecendo em extensão. Em relação à postura da cabeça pode-se identificar que os podadores estão expostos a um empenho visual constante sem interrupções regulares, incidindo raio solares diretamente nos seus olhos, atrapalhando a visão. O pescoço se mantém estático, porém o objeto de visualização está acima da horizontal dos olhos, esta posição se mantém por quase todo o dia de trabalho.

Em relação aos membros superiores, percebeu-se que há uma elevação dos braços acima do nível dos ombros mais de 1.000 vezes por turno, já que esse movimento se repete cerca de 80 vezes por minuto, o que indica uma frequência muito alta de movimentos repetitivos. As mãos e os punhos realizam uma força intensa de extensão e flexão de forma contínua devido o movimento de corte dos ramos da videira. O trabalho é todo realizado em pé e com os membros superiores elevados, com movimentação de acordo com o ritmo de trabalho, o eixo do corpo é flexionado em diversos momentos, percebe-se, também, que há um esforço muscular estático.

A jornada de trabalho não apresenta pausas regulares ou programadas. Os podadores atuam sempre na mesma atividade sem intercalar com outras. Vale ressaltar que a temperatura é bastante elevada, sendo o trabalhador exposto diretamente aos raios solares por toda jornada de trabalho, devido às condições climáticas da região que são bastante quentes, esse fator se torna um fator mais agravante. O nível de ruído é baixo e a iluminação é a solar, tendo assim, um ambiente silencioso e claro.

Num contexto geral, foi identificado, também, um trabalho físico bastante exigente,

sendo realizado um trabalho pesado e de alta densidade em ambiente quente. Como as pausas não são programadas, estas, se restringem, praticamente, a pausas para atender as necessidades fisiológicas, como beber água e ir ao banheiro. Em relação aos banheiros, estes ficam próximos ao local onde é desempenhada a atividade laboral. Já para as pausas para beber água, ficam a critério dos trabalhadores, pois cada um possui o seu próprio recipiente de armazenamento de água.

Finalizando, verificou-se que a atividade é extremamente repetitiva, este agravado ainda mais pela necessidade de se imprimir velocidade no trabalho, pois os podadores ganham por produtividade e isto influencia diretamente no ritmo de trabalho imposto pelos mesmos.

#### 4.2.3.1 Identificações das áreas com queixas e dores

Tendo os dados recolhidos da pesquisa, podem-se observar todas as queixas e reuni-las fazendo com que toda visualização fosse simplificada para melhor entendimento. O questionário aplicado traz muitas informações sobre a incidência de reclamações dos profissionais do setor de poda, estes representados na Figura 5.

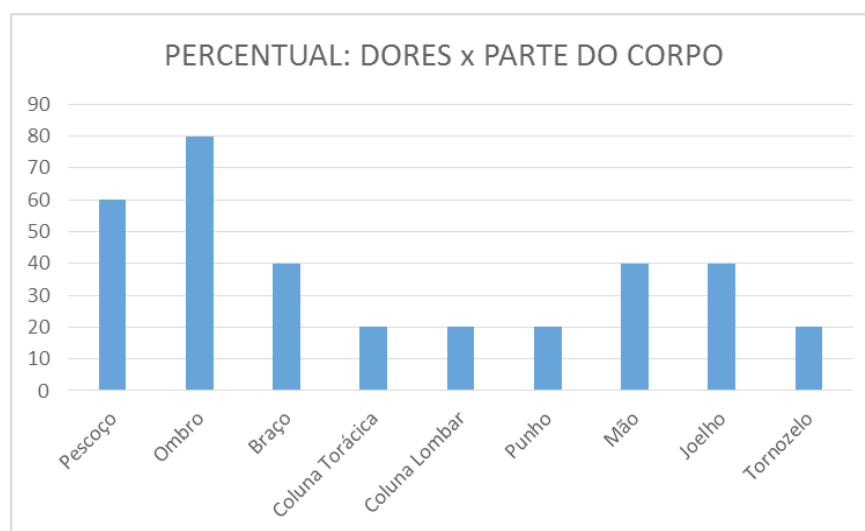


Figura 5 - Percentual de dores em relação à parte do corpo

Fonte: Autores (2017)

A Figura 5 apresenta o percentual de queixas musculares em diferentes partes do corpo. Verificou-se que 80% dos trabalhadores identificaram dor nos ombros, na qual se personifica como principal sintoma dos podadores em relação a sua atividade laboral.

Para Couto (2007), o ombro é uma das articulações mais complexas do organismo. Ainda segundo o autor, os seus movimentos permitem uma gama enorme de mudanças posturais, porém todos os movimentos extremos deste somente podem ser feitos poucas vezes e contra pequena resistência, de forma contrária, poderão vir a sofrer por sobrecarga.

A execução de movimentos idênticos ou similares, de maneira rápida e repetitiva, requer posições extremas das articulações envolvidas, ações associadas ao uso de força e ausência de períodos de descanso para a recuperação funcional; estão dentre eles fatores físicos, biomecânicos e organizacionais que envolvem ou desenvolve, as Doenças Relacionadas ao trabalho (DORT) e as Lesões por esforços repetitivos (LER) (COURY, 1999).

Estas afirmações justificam o fato dos trabalhadores se queixarem em sua grande maioria de dores nos ombros, pois estes, executam movimentos rápidos, frequentes, idênticos e de uso de força repetitiva durante toda a jornada de trabalho, isto, agravado a falta de pausas de descanso regulares. Desta forma, os podadores estão propensos a desenvolverem a DORT.

Existem outras explicações que justificam a incidência destes desconfortos ditos pelos podadores, tais como os descritos por Veronesi (2009), no qual pode-se citar:

- A força desprendida para realização da atividade da poda, quando o trabalhador vai cortar os galhos lenhosos ou puxar os mesmos aumenta os riscos ergonômicos; quanto maior a força, maior o risco;
- A repetição da tarefa, quanto maior a repetição maior o risco. Consideram-se movimentos repetitivos, aqueles realizados mais de quatro vezes por minuto;
- Intensidade da tarefa é a duração da atividade diária, neste caso, quando maior o tempo que a tarefa for desenvolvida maior o risco, na atividade da poda, como dito, os trabalhadores como recebem por produtividade, atuam de forma incessante, buscando sempre atingir melhores resultados para conquistar melhor remuneração;
- Tempo de atividade, quanto maior o tempo de trabalho, maior o risco, o tempo de atividade significa os dias, meses e anos de trabalho na mesma atividade.

Conforme Veronesi (2009), os trabalhos que exijam a contração muscular estática levam ao pinçamento dos vasos sanguíneos, gerando a diminuição de oxigenação e nutrientes, além de aumentar a concentração de toxina celular, o que podem causar a lesão osteomuscular.

#### 4.2.5 Diagnóstico

O ombro é uma articulação de grande mobilidade, e seu ponto de vulnerabilidade é o tendão do músculo supra-espinhoso, responsável pelo movimento de abdução do braço (COUTO, 2007). Como foi dito anteriormente, isso potencializa o surgimento de Doenças Osteomusculares Relacionadas ao Trabalho (DORT). Por uma característica anatômica, movimentos de elevação acima de  $45^{\circ}$ , com ou sem suspensão de peso, ou movimentos repetitivos com contração estática dos membros superiores acarretam o pinçamento do tendão do músculo supra-espinhoso entre a cabeça do úmero e o ligamento córaco-braquial (SOUZA et al, 2015). Esse tendão apresenta um ponto de fragilidade tecidual, chamada de área crítica de *Codman*, onde há pouca vascularização,



e, portanto, difícil reparo tecidual.

Segundo Thomson, Skinner e Piercy (1994), podem ocorrer lesões nos tendões, quando a contração muscular for contínua (contração estática). Devido a tração das fibras tendíneas, ocasionando micro lesões. A inflamação resultante desse processo produz exsudatos, nos quais a fibrina se forma para cicatrizar o tecido lesado. O organismo tem condições para realizar o reparo da lesão, porém se não houver a eliminação do processo traumático, por menor que seja a lesão, a inflamação torna-se crônica prejudicando o processo de cicatrização, podendo formar fibrina em excesso. Com isso, o tecido fibroso provoca aderências entre o tendão e os tecidos vizinhos, causando dor ao estiramento e prejudicando a função.

Quanto maior o número de movimentos desenvolvidos pelo trabalhador maior será a probabilidade do mesmo sofrer lesões por traumas cumulativos. Conforme relatado por Coury (1999) a execução de movimentos idênticos ou similares, realizados de maneira rápida e repetitiva, causam esforços extremos das articulações envolvidas. Considera-se como movimento repetitivo quando o ciclo de trabalho, ou seja, o tempo que é executado o movimento, é menor que 30 segundos. Ou quando mesmo maior que 30 segundos, observa-se mais de 50% do ciclo com apenas um tipo de movimento (COUTO, 1996).

#### 4.2.6 *Recomendações*

Baseado no que foi apresentado e diagnosticado neste trabalho, recomenda-se as seguintes ações:

- a. Instituir pausas de recuperação de forma a garantir a existência de tempo de recuperação da fadiga e intervir antes que ocorrem lesões por sobrecarga;
- b. Fazer uma análise crítica dos incentivos financeiros à produtividade baseados em aumento individual da remuneração, evitando o trabalho excessivo dos podadores;
- c. Preparar o trabalhador para a tarefa da poda nas videiras, treinando-os quanto as exigências cognitivas e mentais do cargo, evitando tensão excessiva;
- d. Desenvolver um programa de preparação física de força, resistência e flexibilidade compatíveis com as exigências da atividade laboral da poda;
- e. Promover rodízio da tarefa entre os trabalhadores da poda com outras atividades.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve a intenção de analisar ergonomicamente o trabalho

da poda das videiras e sua relação com a saúde do trabalhador. A pesquisa teórica realizada e os conceitos formulados por diversos autores que foram coletados através de uma revisão bibliográfica foram importantíssimos para o estudo, não somente como instrumento de apoio, mas, também, para o entendimento da realidade que foi investigada.

A atividade da poda nas videiras apresenta-se como uma forma de trabalho com grandes exigências físicas para realização de suas tarefas. A utilização da mão de obra é extremamente necessária para sua realização, sendo solicitada em todos os tipos de atividades desenvolvidas.

Na tarefa da poda nas videiras, percebeu-se, que praticamente inexistente a presença de tecnologia aliada aos trabalhadores, havendo desta forma uma maior solicitação física dos trabalhadores para realização das atividades.

Durante a análise da atividade dos podadores, notou-se a utilização constante de movimentos estáticos e repetitivos. Pela análise visual da mesma, houve uma demanda acentuada nos membros superiores, principalmente o ombro, desta forma, a atividade demonstrou ser extremamente desgastante.

Os trabalhadores se mantêm praticamente por todo o turno em pé, e não existem pausas regulares que possam atuar como atenuante do esforço físico exigido. Pôde-se identificar, também, que o ciclo da atividade é extremamente curto, sendo motivo para que aja uma repetição excessiva.

Percebeu-se que o modo de pagamento por produção é um fator agravante que faz com que os trabalhadores atuem de uma forma exaustiva visando a obtenção de maiores lucros. Esse motivo está relacionado diretamente à falta de pausas na atividade laboral e ao trabalho incessante realizado por eles. Encontrou-se relatos de dores em diversas partes do corpo, porém ombros, pescoço, punho/mão, foram as regiões que apresentarão as maiores queixas, respectivamente.

Concluiu-se, em relação à postura dos podadores durante a atividade que os movimentos repetitivos, causam riscos ergonômicos aos trabalhadores, principalmente nos membros superiores. Estes, a longo prazo podem acarretar no desenvolvimento de DORT.

A AET se mostrou uma metodologia adequada para o estudo das atividades de poda em fazendas de uvas, pois em alguns casos, é uma atividade que pode apresentar riscos à saúde dos trabalhadores.

## REFERÊNCIAS

ACADEMIA DO VINHO. **Vale do São Francisco é região do Brasil**. Disponível em: <[http://www.academiadovinho.com.br/\\_regiao\\_mostra.php?reg\\_num=BR04](http://www.academiadovinho.com.br/_regiao_mostra.php?reg_num=BR04)>. Acessado em: 10 jan 2017.

BRASIL. **ALICEWeb: dados das exportações brasileiras**. Disponível em: <<http://aliceweb2.mdic.gov/>> Acessado em: 03 abr. 2016.

COURY, H. J. **Posture**. In: Industrial and Occupational Ergonomics: Urser Encyclopedia. Cincinnati, USA, 1999.

COUTO, H. A. **Ergonomia Aplicada Ao Trabalho**. Belo Horizonte: Ergo LTDA, 2007.

FEITOSA, B. C.; MOREIRA, R. E. A. **Análise Ergonômica do Trabalho** – Um estudo de caso em uma pequena empresa de perfumaria e cosméticos [2005].

IBGE. **Lavoura Permanente**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=261110&idtema=122&search=pernambucolpetrolinallavoura-permanente-2012>>. Acessado em: 20 dez 2013.

IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.

LEÃO, P. C. S. **Sistema de Produção** - Cultivo da Videira. 2. ed. EMBRAPA, 2010.

LEITE, A. A. M. **O desenvolvimento da viticultura irrigada na região de Juazeiro – BA e Petrolina – PE: o trabalho na contramão do discurso dominante**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) Universidade Federal de São Carlo, São Carlos, 2013.

MINAYO, M. C. S. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Vozes, 2000.

SANTOS, N.; FIALHO, F. **Manual de análise ergonômica no trabalho**. Curitiba: Genesis, 1995.

SOUZA, A. L. M. de. et al. ANÁLISE ERGONÔMICA DE UMA MESA DE PESAGEM AUTOMATIZADA DE CUMBUCAS DE UVA. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 25., 2015, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, ABEPRO, 2015.

THOMSON A.; SKINNER A.; PIERCY J. **Fisioterapia de Tidy**. São Paulo: Editora Santos, 1994.

VERONESI, J. R. J. **Perícia judicial para fisioterapeutas**. São Paulo: Martinari, 2009.

## AVALIAÇÃO ERGONOMICA DOS POSTOS DE TRABALHO DO SETOR ADMINISTRATIVO DE UMA AUTARQUIA PÚBLICA

**Francisca Rogéria da Silva Lima**

Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

São Luís – Maranhão

**Moisés dos Santos Rocha**

Universidade Estadual do Maranhão (UEMA),

Departamento de Engenharia Mecânica e de

Produção (DEMECP)

São Luís – Maranhão

**RESUMO:** O trabalho é fundamental para a importância do homem em sociedade. Contudo, a forma de trabalhar para garantir a sobrevivência e o bem estar muitas vezes coloca o homem em uma situação conflituosa. Nesse contexto, a ergonomia se enquadra como participante do processo, ao adequar o trabalho ao ser humano através de diversos métodos, como os de análise postural. O objetivo deste artigo é avaliar as condições organizacionais do trabalho no Conselho Regional de Radiologia (CRTR) 17ª Região, no sentido de propor melhorias as condições e formas de organização de trabalho no setor administrativo desta autarquia pública. A metodologia aplicada consiste em realizar análise e diagnóstico da situação atual da empresa, acrescidos da revisão bibliográfica acerca de conceitos relacionados a medidas preventivas, identificação e ocorrência das LER/DORT, apresentando-se sugestões de melhorias quanto ao funcionamento do

setor administrativo da empresa. O conteúdo deste artigo apresenta colocações sobre o desenvolvimento da ergonomia no ambiente de trabalho e suas perspectivas, considerando-se a busca do conhecimento por parte das empresas, as competências a serem adquiridas, e como se dá o desenvolvimento dessas competências para a empresa e as pessoas. Ao fim deste artigo, há conclusões referentes à implantação de um programa de ginástica laboral na autarquia pública e a confirmação da contribuição do estudo ergonômico para reduzir a fadiga, stress e conseqüentemente, promover o aumento do bem-estar e da produtividade dos colaboradores.

**PALAVRAS-CHAVE:** LER/DORT; Estudo Ergonômico; Produtividade.

**ABSTRACT:** Work is fundamental for the importance of the man in society. However, the way of working to ensure survival and well-being often puts the man in a conflict situation. In this context, ergonomics fits as a participant of the process by adapting the work to the human being through several methods, such as postural analysis. The objective of this paper is to evaluate the organizational conditions of work in the Regional Council of Radiology (CRTR) 17th Region, in order to propose improvements to the conditions and forms of work organization in the administrative sector of this public autarchy.

The methodology applied consists of analyzing and diagnosing the company's current situation, added of the bibliographical review about concepts related to preventive measures, identification and occurrence of RSI / DORT, providing suggestions for improvements regarding the functioning of the company's administrative sector. The content of this paper presents some points about the development of ergonomics in the work environment and its perspectives, considering the knowledge pursuance by part of the companies, the competences to be acquired, and how the development of these competences works for the company and the people. At the end of this paper, there are conclusions regarding the implementation of a work-related gymnastics program in the public autarchy and confirmation of the contribution of the ergonomic study to reduce fatigue, stress and, consequently, increase the welfare and productivity of employees.

**KEYWORDS:** RSI/DORT; Ergonomic Study; Productivity.

## 1 | INTRODUÇÃO

O trabalho é de fundamental importância para o homem perante a sociedade, além de ser o meio de garantir satisfação material ainda constitui-se na essência do ser humano, no prazer de produzir, modificar, construir e realizar sonhos. Contudo a forma de trabalhar para garantir a sobrevivência e o bem estar muitas vezes coloca o homem em uma situação conflituosa. Se por um lado garante a vida, por outro, contraditoriamente, pode provocar doenças, diminuir a capacidade vital e até provocar a morte.

As LER/DORT são consideradas doenças ocupacionais de origem multicausal, os fatores que mais influenciam para o seu aparecimento são ergonômicos (móveis inadequados), ambientais (frio, calor, iluminação), individuais (pré-disposição) psicológicas (pressão, insatisfação), e principalmente organizacionais (forma de executar tarefas). A maioria das pesquisas realizadas até o momento tem se limitado a estudar suas manifestações, os aspectos psicológicos, as predisposições individuais, a ergonomia e as formas de tratamento dos lesionados. Todavia, é preciso para uma compreensão mais efetiva, buscar os fundamentos que permeiam a organização do trabalho.

A escolha do presente tema se deu por ser um assunto atual e bastante preocupante para as empresas que operam com tarefas repetitivas. Desta forma, percebe-se que os funcionários que trabalham no CRTR 17<sup>o</sup> Região realizam trabalhos repetitivos e exaustivos na frente de computadores, realizando tarefas repetitivas, sendo este um ambiente propício para o aparecimento das LER/DORT.

Neste trabalho foi realizada uma análise ergonômica obtida no setor administrativo de uma autarquia pública federal, o Conselho Regional de Radiologia (CRTR) 17<sup>a</sup> Região, onde foi analisada a situação do ambiente de trabalho, equipamentos, ferramentas e também o comportamento do trabalhador, assim como entender a influência dessas variáveis na produtividade da organização. O objetivo do trabalho é

avaliar as condições organizacionais do trabalho no Conselho Regional de Radiologia (CRTR) 17ª Região, no sentido de propor melhorias as condições e formas de organização de trabalho no setor administrativo desta autarquia pública.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Histórico da Ergonomia

Oficialmente, a Ergonomia nasceu em 1.949, derivada da 2ª Guerra Mundial. Durante a guerra, centenas de aviões, tanques, submarinos e armas foram rapidamente desenvolvidas, bem como sistemas de comunicação mais avançados e radares (ANTONALIA, 2001).

No Brasil a Ergonomia teve seu marco inicial nos anos 60, mas foi reconhecida oficialmente em 23 de novembro de 1990, através da Portaria n.º 3751, que estabelece a norma reguladora tratando da ergonomia. A N.R-7 visa estabelecer parâmetros para adequar diferentes situações de trabalho às características humanas, propiciando conforto, segurança e possibilitando um melhor desempenho dos trabalhadores. Após esta Portaria, tornou-se evidente o despertar do interesse pela ergonomia no meio empresarial brasileiro. (CHEREM, 1997).

### 2.2 LER/DORT

Segundo Schmitz (2002) as LER/DORT são conceituadas como lesões por esforços repetitivos, são doenças músculo-tendinosas, dos membros superiores, ombros e pescoço, causados pela sobrecarga de um grupo muscular particular, devido a movimentos repetitivos ou posturas inadequadas, que resultam em dor, fadiga e declínio no desempenho profissional.

De acordo com a norma técnica sobre LER do INSS, de 1993, a LER é descrita como sendo afecções que podem atingir tendões, sinóvias, músculos, fâscias ou ligamentos, afetando principalmente, os membros superiores, região escapular e pescoço. De origem ocupacional decorre, de forma combinada ou não, dos seguintes fatores: uso repetitivo de grupos musculares; uso forçado de grupos musculares, manutenção de postura inadequada.

Segundo O'Neill (2003) o portador da LER/DORT entra em depressão devido as conseqüências da doença e do descrédito que sofre na empresa, dos peritos do INSS, os quais acabam por diagnosticá-la de origem psicológica, ainda é discriminado pela família e rejeitado pela sociedade.

### 2.3 Ergonomia e postos de trabalho

Ergonomia é um conjunto de ciências e tecnologias que procura a adaptação confortável e produtiva entre o ser humano e seu trabalho, basicamente procurando



adaptar as condições de trabalho às características do ser humano (COUTO, 1995).

Segundo Rodrigues (2003) as condições ergonômicas implicam de forma direta no acontecimento de erros humanos, e para a prevenção eficiente, é necessário adotar medidas para o indivíduo em relação ao seu trabalho, e atender às melhorias é aumentar a confiabilidade do serviço humano. Na concepção da ergonomia, o erro humano está ligado às anomalias ergonômicas do ambiente de trabalho. Portanto, a análise dos postos e ambiente de trabalho, visando o bem-estar do trabalhador é de suma importância para a organização e o próprio trabalhador, pois o ambiente acolhedor e o posto adequado refletem diretamente na capacidade produtiva do funcionário.

Segundo Rio (2001) os aspectos específicos da organização do trabalho são aqueles diretamente ligados à execução das tarefas. Deve-se analisar se o trabalho é predominantemente físico ou psíquico, como e quais os segmentos musculoesqueléticos mais envolvidos.

## 2.4 Método Rula

McAtamney & Corlett (1993) propuseram um método para avaliação rápida dos danos potenciais aos membros superiores, em função da postura adotada. Avaliando a postura do pescoço, tronco e membros superiores (braço, antebraço e mãos) e relacionando com o esforço muscular e a carga externa a que o corpo está submetido.

O método foi desenvolvido para investigar a exposição dos trabalhadores aos fatores de risco associados aos distúrbios dos membros superiores. O método usa diagramas de postura do corpo humano e três tabelas que proporcionam a avaliação da exposição aos fatores de risco.

Os fatores de risco considerados foram: número de movimentos, trabalho muscular estático, força, postura de trabalho determinada pelo equipamento e mobiliário e tempo de trabalho sem pausa.

Adicionalmente a estes fatores, pode-se citar a velocidade e precisão dos movimentos, a frequência e a duração das pausas.

O método Rula foi desenvolvido para:

1. Proporcionar um método de pesquisa rápido da população aos fatores de risco de distúrbios dos membros superiores;
2. Identificar o esforço muscular que está associado com a postura de trabalho, força e trabalho estático ou repetitivo, o que contribui para a fadiga muscular;
3. Gerar resultados que podem ser incorporados em uma avaliação ergonômica mais ampla, considerando a epidemiologia, fatores físicos, mentais, ambientais e organizacionais.

Durante a utilização do método Rula, é calculado também o fator força/carga que é adicionado aos grupos A e B para determinar a pontuação final.

O método foi validado por meio da comparação entre os valores obtidos e o desconforto percebido pelo trabalhador. Os resultados indicam a validade do método,

pois o mesmo é sensível às variações da postura e desconforto.

Segundo Lueder (1996) o método é recomendado para avaliação ergonômica da postura em uma variedade de atividades, tais como: embalagem manual e automatizada, trabalho em computador, operações da indústria têxtil, checkout de supermercados, microscopia e montadoras de veículos. O método proporciona uma avaliação rápida das cargas impostas ao sistema musculoesquelético dos operadores devido à postura, função muscular e forças exercidas, sem a necessidade de equipamentos especiais, contribuindo para a análise ergonômica global da tarefa.

### 3 | METODOLOGIA

Este trabalho é caracterizado como um estudo bibliográfico, onde foram utilizadas referências teóricas publicadas em livros, artigos e outros documentos a cerca do assunto LER/DORT e uma pesquisa descritiva. Segundo Gil (2002) não é viável restringir-se a um levantamento bibliográfico no intuito de tornar o problema explícito e construir hipóteses. É também uma pesquisa do tipo descritiva, onde é realizada a descrição das características de determinada população ou fenômeno, ou então, o estabelecimento de relações entre variáveis. Além de consistir em um estudo de caso, é a pesquisa sobre um indivíduo, família, grupo ou comunidade, que seja representativo do seu universo (BITTAR, 2006).

Segundo Fleury *et al* (2012) o estudo de caso é um trabalho de caráter empírico que investiga um dado fenômeno dentro de um contexto real contemporâneo por meio de análise profunda de um ou vários objetos de análise.

Foram realizadas visitas in loco, onde foi feito ainda, um acompanhamento das atividades e postos de trabalho da empresa no período de três meses. Estas visitas foram direcionadas ao setor administrativo do CRTR 17<sup>a</sup> REGIÃO MA/PI, onde se podem acompanhar os diversos postos de trabalho presentes no setor administrativo. Para coletar os dados do trabalho foi aplicado um questionário fechado. A partir dos levantamentos avaliou-se o impacto da organização do trabalho, os fatores ambientais e os ergonômicos no surgimento das doenças ocupacionais nos funcionários assim como, observações diretas e mensuração das medidas dos funcionários para que se aplicasse o método Rula, onde foi realizada uma avaliação postural para que se obtivessem informações ricas em dados específicos para maior precisão do estudo.

## 4 | A EMPRESA

### 4.1 Perfil da empresa onde foi realizado o estudo

Em 2009 o Conselho Regional de Radiologia 2<sup>a</sup> Região foi desmembrado, e foi criado no Maranhão o Conselho Regional de Radiologia (CRTR) 17<sup>a</sup> Região, instituído

também através da Lei nº. 7.394 de 29 de Outubro de 1985 e Decreto Regulamentar nº. 92.790 de 17 de junho de 1986, sendo esta uma autarquia pública federal.

O objeto de estudo deste trabalho foi o Conselho Regional de Radiologia 17ª Região (CRTR 17ª Região), que é subordinado ao Conter (Conselho Nacional de Radiologia). Atualmente existem 19 regionais presentes em todo Brasil. O CRTR 17ª Região tem suas atividades definidas como prestador de serviço e tem como público os técnicos e tecnólogos que atuam no estado do Maranhão e Piauí, mas tem sede em São Luís/MA, tem orçamento e administração autônomos e é responsável pela normatização, habilitação e fiscalização do exercício das técnicas radiológicas nos estados do Maranhão e Piauí.

Atualmente o CRTR 17ª Região possui 20 funcionários, que atuam nos setores de informática, secretaria, fiscalização, financeiro. Possui três diretores: Diretor Presidente, Diretor Secretário e Diretor da Tesouraria, e apenas responde de forma hierárquica ao CONTER. Isto pode ser mais bem visualizado na Figura 1.

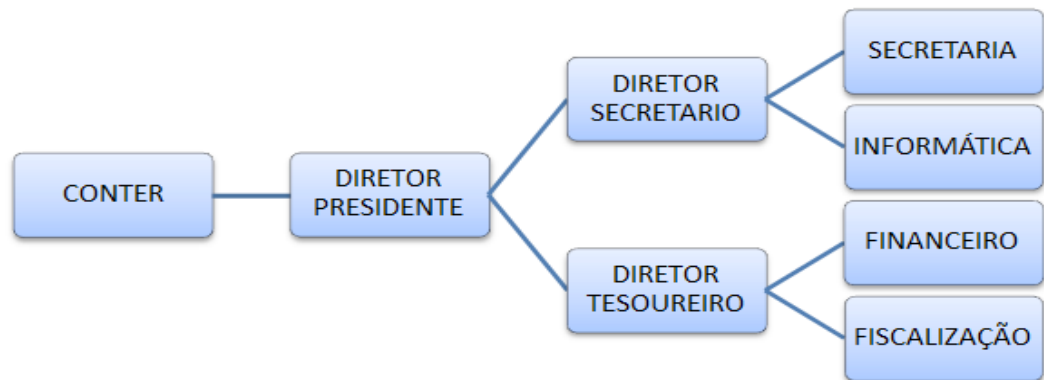


Figura 3- Análise de pescoço, tronco e pernas

Fonte: CRTR 17ª Região (2015)

## 5 | DIAGNÓSTICO E SUGESTÕES PARA MELHORIA DO SETOR ADMINISTRATIVO

Após ser constatado que as atividades realizadas no Conselho são extremamente propícias para o aparecimento das LER/DORT, foi sugerido que se aplicasse um programa de prevenção para estas doenças, através a da utilização de um guia prático. A partir da utilização do mesmo se pode desenvolver primeiramente um programa adequado de prevenção e em seguida fazer a investigação dos problemas de LER/DORT, realizar a coleta e análise de dados e por fim, fazer um planejamento de novos postos de trabalho ou funções.

Segundo Rio (2001), o conforto ambiental pode interferir no bem-estar e no desempenho das pessoas. As áreas mais frequentemente estudadas são as relacionadas aos ambientes: térmico, acústico e visual.

Apresenta-se o Quadro 1 e o Gráfico 1 em coluna para fatores ambientais com as

respostas obtidas em escala de 1 a 5 com 20 entrevistados. Quanto mais a resposta tende a esquerda extremidade 1 mais insatisfeito e quanto mais a direita extremidade 5 mais satisfeito em relação ao ambiente em relação aos itens: temperatura, ruído, iluminação e layout.

Fatores Ambientais	Escala de Pontuação de 1 a 5				
	1	2	3	4	5
Temperatura	1	1	5	12	1
Ruído	0	1	6	4	9
Iluminação	1	2	3	3	11
Layout	1	4	4	8	3

Quadro 1 - Fatores ambientais

Fonte: Elaboração Própria

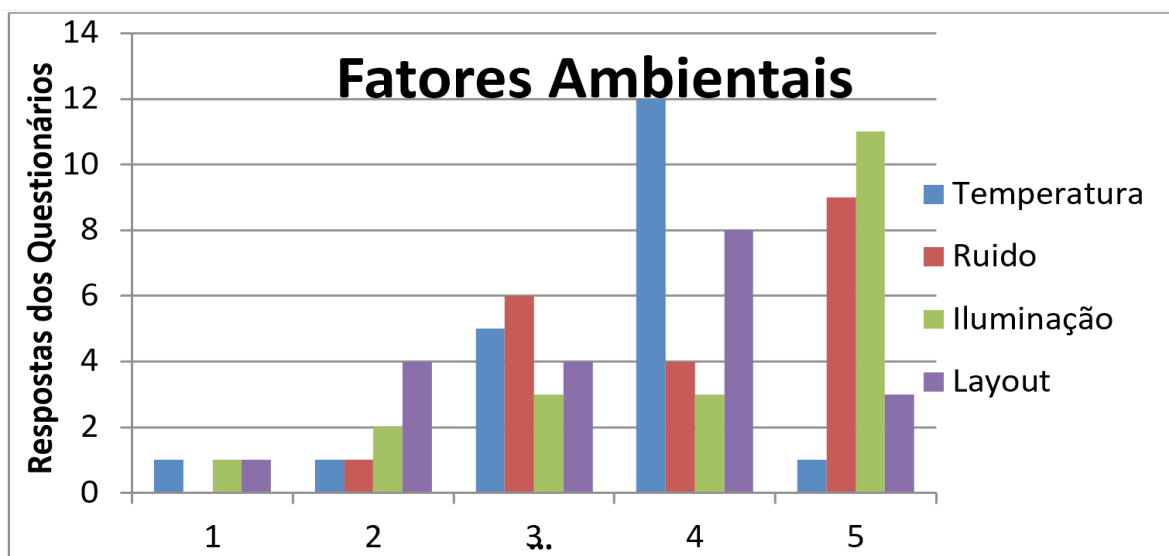


Gráfico 1 - Fatores ambientais

Fonte: Elaboração Própria

Observou-se que os itens temperatura e iluminação obtiveram a menor pontuação seguida do item layout. Quanto ao layout é possível fazer mudanças através de um projeto bem elaborado por um engenheiro com conhecimentos ergonômicos, que irá melhorar o visual do CRTR 17ª Região, também é preciso levar em consideração a disposição dos móveis e equipamentos para o bom andamento dos trabalhos sem prejudicar a saúde dos trabalhadores. Quanto ao item temperatura sugere-se a troca imediata dos aparelhos de ar condicionado, já que os funcionários encontram-se insatisfeitos com a temperatura no ambiente de trabalho que sempre é quente e não atende as exigências da NR 17 quanto aos aspectos ambientais de trabalho.

Lembrando ainda, que todos os postos de trabalho devem oferecer iluminação apropriada, natural ou artificial, geral ou suplementar, de acordo com a natureza do trabalho a ser realizado. E deve ser planejada e instalada para evitar ofuscamento, reflexos incômodos, sombras e contrastes excessivos.

Em seguida, foi realizado o mesmo procedimento para mobiliários e equipamentos. Segundo Schmitz (2002), móveis e equipamentos tais como mesa, cadeira, balcão de caixa, teclados rígidos, muita ou pouca distancia da tela do computador, se inadequados provocam dores, fadiga e lesões musculares entre outros problemas, estes devem ser projetados com dispositivo de ajuste e regulagem para acomodar pessoas de diferentes tipos físicos. As questões sobre mobiliários e equipamentos, composto por 8 questões obedecem aos critérios anteriores da escala de 1 a 5 foram elaboradas especificamente para os 16 funcionários que trabalham diariamente no CRTR 17ª Região, sendo 7 funcionários no setor de informática, 5 na secretaria, 3 no financeiro, e 1 no setor de fiscalização.

Apresenta-se no Quadro 2 mobiliários e equipamentos de caixa e o Gráfico 2 de coluna para melhor ilustrar resultados obtidos na pesquisa.

Mobiliário e equipamentos	Escala de Pontuação de 1 a 5				
	1	2	3	4	5
Espaço para realização das tarefas	0	2	4	6	4
Segurança	1	4	3	6	2
Alteração de Postura	6	3	2	3	2
Cadeira	8	5	3	0	0
Elevação/Extensão dos braços	4	6	3	2	1
Apoio para os pés	6	5	4	1	0
Mesa	7	3	2	3	1
Tamanho e Eficiência dos equipamentos	2	2	4	7	1

Quadro 2 - Mobiliário e equipamentos

Fonte: Elaboração Própria

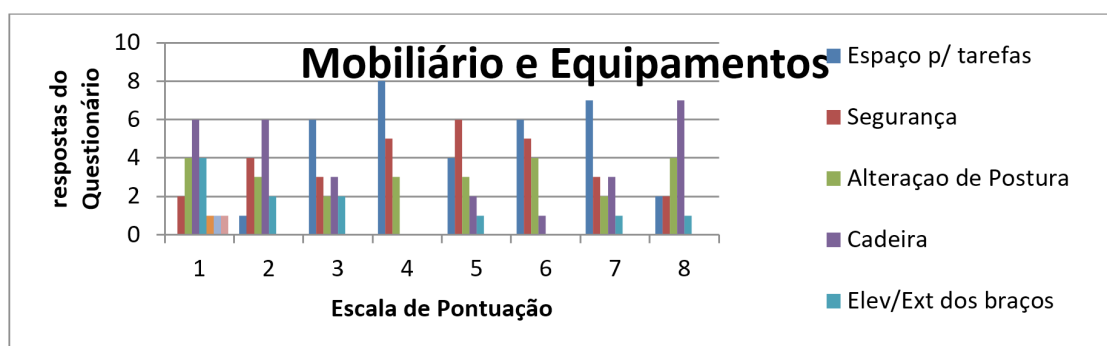


Gráfico 2 - Mobiliário e equipamentos

Fonte: Elaboração Própria

A pesquisa durante a realização deste trabalho revelou que os móveis e equipamentos não são adequados para a maioria dos itens, causando desconforto

na execução das tarefas realizadas, não havendo apoio para os pés, as mesas são pesadas e há um movimento muito grande dos braços e as cadeiras não são adequadas e são desconfortáveis. Sugere-se a troca desses equipamentos o mais breve possível.

A NR 17 fala sobre o mobiliário nos postos de trabalho e recomenda que sempre que o trabalho puder ser efetuado na posição sentada, o posto de trabalho deve ser projetado ou modificado para esta posição. E para trabalhos manuais sentados ou que tenha de ser efetuado em pé, o mobiliário deve oferecer boas condições de postura, visualização e operação ao trabalhador. O mobiliário deve ser planejado com regulagens que possibilitem o trabalhador adequá-lo as suas necessidades antropométricas como a altura, peso, comprimento das pernas e braços. Deve oferecer a opção de se trabalhar sentado sempre que possível, ou a alternância de posturas (sentado, em pé), pois uma única postura exercida durante toda a jornada de trabalho não proporciona conforto.

Em seguida, foi feita ainda o tratamento de dados para a organização do trabalho dentro da empresa. Segundo Gaigher (2001) a organização do trabalho é sempre resultado de uma negociação entre a gerência e o coletivo, em que a liberdade do trabalhador e seu desejo se confrontam com a racionalidade patronal. Para que a organização do trabalho propicie condições ideais para que a saúde e a produtividade não sejam afetadas é preciso equacionar esforço e repouso e, por outro lado, o enriquecimento do trabalho propiciando diversidade de utilização do corpo e da mente humana. Ações como aumentar a complexidade, diversificar e fazer rodízios das atividades representam soluções para não tornar o trabalho monótono e repetitivo (RIO, 2001).

O Quadro 3 apresenta a organização do trabalho e o Gráfico 3 apresenta a avaliação de 8 itens e os resultados alcançados na escala de 1 a 5 com os 20 funcionários pesquisados. A organização do trabalho é um dos fatores mais importantes, depois dos fatores ergonômicos, a serem analisados na empresa, uma vez que, contribuem em muito para o surgimento das LER/DORT.

Organização do Trabalho	Escala de Pontuação de 1 a 5				
	1	2	3	5	5
Valorização da função	5	2	3	4	6
Relacionamento Interpessoal	3	4	3	7	3
Carga de Trabalho	5	3	1	5	6
Ritmo de Trabalho	3	5	5	5	2
Pausas	3	4	3	4	6
Pressão da chefia/diretores	0	3	4	9	4
Conteúdo das tarefas	1	3	4	6	6

Quadro 3 - Organização do trabalho

Fonte: Elaboração Própria

Os gerentes e responsáveis diretos pelas equipes de trabalho devem dispensar



atenção especial e este fator, o que poderá resultar em grandes benefícios tanto para as empresas como para preservar a saúde dos funcionários.

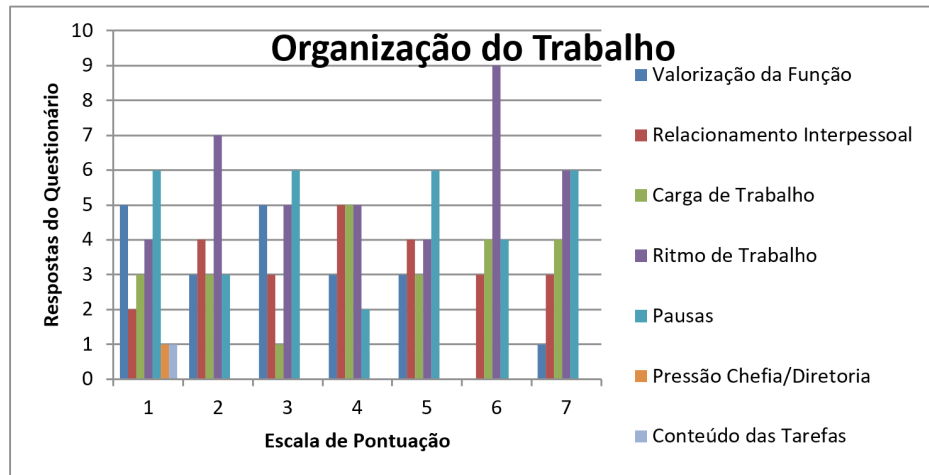


Gráfico 3 - Organização do trabalho

Fonte: Elaboração Própria

Conforme os resultados da pesquisa pode-se observar que as maiores partes das marcações concentram-se bem próximos ao totalmente satisfeito. No entanto, o item valorização da função foi o que obteve um grau de insatisfação considerável, impactando no nível de produtividade dos funcionários, portanto, percebe-se que é preciso que haja uma valorização urgente destes funcionários. A norma (NR 17) expõe parâmetros para o posto e a organização do trabalho, com o objetivo de adequar as condições do ambiente de trabalho, adaptando a área de trabalho para a economia de movimentos, moderação de manipulações e repetições, melhoria do ritmo do trabalho, adequação do formato ao operador, o que permite a diminuição da atividade muscular.

O fator saúde também foi analisado, pois é condição essencial para o desempenho e a produtividade. Fatores como motivação, treinamento e comprometimento compõem com a saúde o conjunto de condições que permitem as pessoas tornarem o trabalho um diferencial competitivo da mais alta importância estratégica para a organização.

As questões que avaliam a saúde dos funcionários, ao contrário das questões anteriores, quanto mais a resposta se aproximar do 1 (um) na escala de 1 a 5 melhor é o quadro de saúde dos funcionários da empresa. Neste quesito, pode-se avaliar a presença de doenças, de dores relacionadas ao trabalho ou não.

Apresenta-se o Quadro 4, Fator Saúde I e o Gráfico 4 com 20 participantes e as marcações na escala de 1 a 5. Marcações com tendência a extremidade 1 representando nunca e na extremidade 5 sempre.

Fator Saúde I	Escala de Pontuação de 1 a 5				
	1	2	3	4	5
Dores durante o trabalho	2	4	5	5	4
Dores fora do Trabalho	3	8	4	3	2
Tensão no Ambiente	1	5	4	2	8
Sufrimento Mental e Fadiga	1	2	5	7	5
Movimentos Repetitivos	6	7	3	2	2

Quadro 4 - Fator saúde I

Fonte: Elaboração Própria

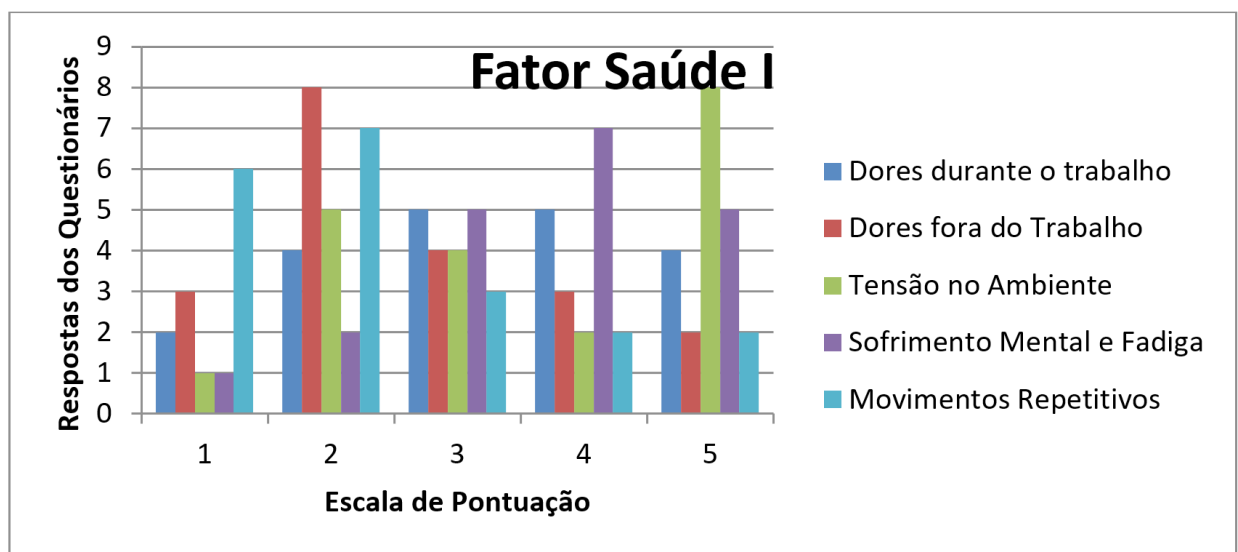


Gráfico 4 - Fator saúde I

Fonte: Elaboração Própria

O Quadro 5, Fator saúde II, é uma continuação da anterior mudando apenas as respostas na escala de 1 a 5 com sim na extremidade 1 e não na extremidade 5.

Fator Saúde II	Escala de Pontuação de 1 a 5				
	1	2	3	4	5
Trabalho monótono	8	2	7	2	1
Trabalho criativo	8	3	4	3	2
Trabalho dinâmico	7	4	5	3	1
Responsabilidade	15	1	1	2	1

Quadro 5 - Fator saúde II

Fonte: Elaboração Própria

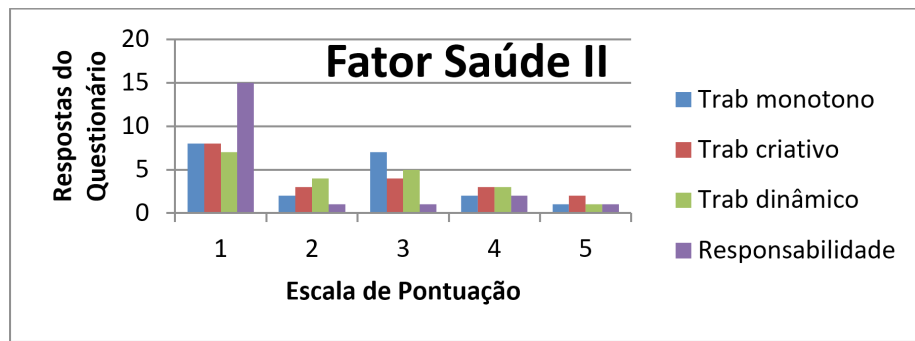


Gráfico 5 - Fator saúde II

Fonte: Elaboração Própria

Através da pesquisa realizada neste trabalho, pode-se observar que as tarefas realizadas são pouco dinâmicas, pouco criativas e muito monótonas. Sendo assim, sugere-se um ambiente de trabalho mais relaxante, com a prática de atividades como ginástica laboral, antes do início do expediente, e o incentivo para realização de atividades mais criativas e dinâmicas. Para que a organização do trabalho propicie condições ideais para que a saúde e a produtividade não sejam afetadas é preciso equacionar esforço e repouso e, por outro lado, o enriquecimento do trabalho propiciando diversidade de utilização do corpo e da mente humana. Ações como aumentar a complexidade, diversificar e fazer rodízios das atividades representa soluções para não tornar o trabalho monótono e repetitivo.

No segundo momento foi feita a utilização do método Rula para avaliação do grupo A dos membros superiores. Os dados colhidos foram preenchidos no software Excel para ser determinada a pontuação do grupo A, obtido a partir dos valores individuais do braço, antebraço e punho, conforme segue figura 2.

A - Análise dos Membros Superiores e Punhos	
<b>Passo 4: Lateralização do punho</b> +1 = Para desvio radial ou ulnar +1 = Para trabalho com rotação de punho. Pontuação da lateralização do punho=	1
<b>Passo 5: Resumo da pontuação da tabela A</b> Use os valores dos passos 1,2,3 e 4 para identificar a pontuação da postura na Tabela A Pontuação da postura - Tabela A=	3
<b>Passo 6: Adicionar a pontuação do Trabalho Muscular.</b> Se a postura é estática = adicionar 1 Se a postura é dinâmica, mais que 4 mov./minuto: adicionar 1 Pontuação do trabalho muscular =	1
<b>Passo 7: Pontuação da força/carga adicional</b> 0 = Carga intermitente ou força menor que 2 Kg 1 = carga intermitente ou força de 2 a 10 Kg 2 = Repetição ou carga estática e forças de 2 a 10 Kg 3 = Repetição ou carga estática e forças maiores que 10 Kg 3 = Carga ou força com aceleração do movimento (Ação de sacudir e/ou dar solavancos) Pontuação de força/carga=	2
<b>Passo 8: Identificação da linha correspondente da Tabela C</b> A pontuação obtida da análise dos membros superiores e punho será usada para identificar a linha correspondente na tabela C Pontuação final dos membros superiores e punho =	5
<b>Passo 1: Identificar a posição do segmento superior dos braços</b> Observar a Figura 1 e pontuar utilizando o seguinte critério 1 = Para 20° de extensão e 20° de flexão 2 = Para extensão maior que 20° 2 = Para flexão entre 20° e 45° 3 = Para flexão entre 45° e 90° 4 = Para flexão maior que 90° +1= Adicionar 1, quando o ombro estiver elevado. +1= Adicionar 1 para braço abduzido -1= Subtrair 1 quando o braço estiver suportado por algum apoio Pontuação final para braços=	3
<b>Passo 2: Identificar a posição dos antebraços</b> Observar a Figura 2 e pontuar utilizando o seguinte critério 1 = Para flexão entre 60° e 100° 2 = Para flexão com menos que 60° e mais que 100° +1 = Adicionar 1, quando o antebraço trabalhar cruzando a linha média do corpo +1 = Adicionar 1 quando o antebraço estiver aberto em relação ao tronco. Pontuação final para antebraço=	1
<b>Passo 3: Identificar a posição do punho</b> Observar a Figura 3 e pontuar utilizando o seguinte critério 1 = Para punho em posição neutra 2 = Para flexão ou extensão entre 0° e 15° 3 = Para flexão ou extensão maior que 15° Pontuação final para punho=	1

Figura 2 - Análise dos membros superiores e punhos

Fonte: Guia de ferramentas completas - método rula (2015)

Em seguida, é feita avaliação no grupo B para a postura do Pescoço, Tronco e Pernas. Os dados colhidos foram preenchidos no software Excel para ser determinada a pontuação do grupo B, obtido a partir dos valores individuais para a análise de pescoço, troco e perna, conforme segue figura 3.

**B - Análise de Pescoço, Tronco e Pernas**

**Passo 9: Identificar a posição do pescoço**  
 Observar a Figura 4 e pontuar utilizando o seguinte critério

1 = Para flexão de 0° a 10°  
 2 = Para flexão de 10° a 20°  
 3 = Para flexão maior que 20°  
 4 = Extensão  
 +1 = Adicionar 1 para pescoço rotacionado  
 +1 = adicionar 1 para inclinação lateral do pescoço

2 = Pontuação final para pescoço

**Passo 10: Identificar a posição do tronco**  
 Observar a Figura 5 e pontuar utilizando o seguinte critério

1 = Para trabalho sentado com as costas bem apoiadas e ângulo entre coxas/tronco entre 90° e 110°.  
 2 = Para flexão do tronco para posição em pé entre 0° e 20°  
 3 = Para flexão do tronco para posição em pé entre 20° e 60°  
 4 = Para flexão do tronco maior que 60° na posição em pé  
 +1 = Adicionar 1 para rotacionamento do tronco  
 +1 = Adicionar 1 para inclinação lateral do tronco

1 = Pontuação final para o tronco

**Passo 11: Pernas**

1 = Para pés e pernas apoiados na posição sentado  
 1 = Para posição em pé com o peso do corpo distribuído em ambos os pés  
 2 = Para pés e pernas sem suporte, em pé ou sentado

1 = Pontuação final para pernas.

Pescoço	Tronco						Pernas					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	1	2	1	2	2	3	3	4	4	4	4	4
2	1	2	2	2	3	4	4	5	5	5	5	
3	2	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	
4	2	3	2	3	3	4	4	5	6	6	6	
5	3	4	4	4	4	5	5	6	6	6	6	

Label B

**Passo 12: Resumo da pontuação de posturas na Label B**  
 Use os valores dos passos 8, 9 e 10 para localizar a pontuação de posturas na Label B

1 = Pontuação de Postura

+ **Passo 13: Adicionar a pontuação do trabalho muscular**  
 Se a postura é estática = adicionar 1  
 Se a postura é dinâmica, mais que 4 mov./minuto: adicionar 1

1 = Pontuação do esforço muscular

+ **Passo 14: Adicionar pontuação de força/carga**  
 0 = Carga intermitente ou força menor que 2 Kg  
 1 = carga intermitente ou força de 2 a 10 Kg  
 2 = Repetição ou carga estática e forças de 2 a 10 Kg  
 3 = Repetição ou carga estática e forças maiores que 10 Kg  
 3 = Carga ou força com aceleração do movimento  
 (Ação de sacudir e/ou dar solavancos)

3 = Pontuação de força/carga

= **Passo 15: Identificação da coluna correspondente na Label C.**  
 A pontuação obtida da análise do pescoço, tronco e pernas será usada para identificar a **coluna** correspondente na tabela C

4 = Pontuação final do pescoço, tronco e pernas

Figura 3- Análise de pescoço, tronco e pernas

Fonte: Guia de ferramentas completas - método Rula (2015)

Então, finalmente depois de levantar as pontuações do grupo A, B, adicionados ao fator carga/ força dos músculos, tem-se a pontuação final do método Rula, conforme o cálculo realizado no software Excel, conforme segue Figura 4.

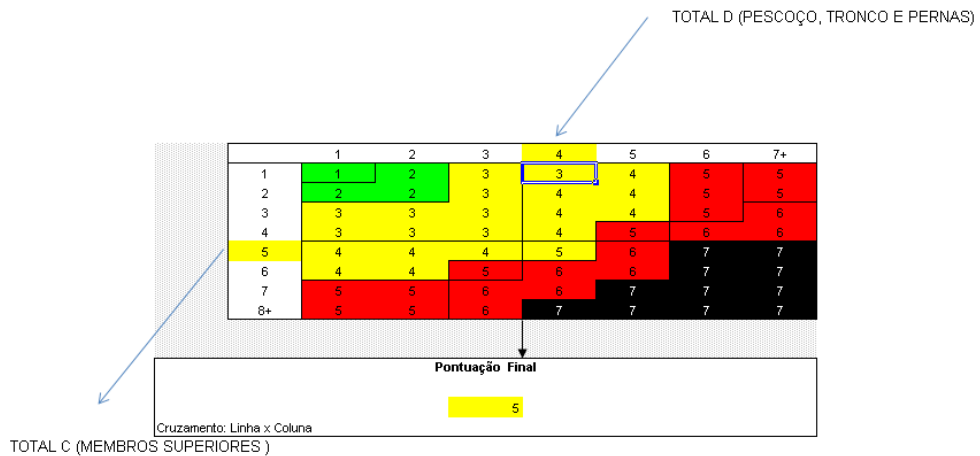


Figura 4 - Pontuação final do método Rula

Fonte: Guia de ferramentas completas - método Rula (2015)

Segundo (McAtamney, & Corlett, 1993) o valor da pontuação final representa os níveis de ação em função do potencial de dano ao sistema musculoesquelético. Valores entre 5 e 6, indicam que a investigação e mudanças devem ocorrer brevemente na organização do trabalho na empresa no sentido de promover o bem estar dos funcionários. Através da investigação pelo método Rula, constatou-se que mudanças devem ocorrer brevemente dentro do CRTR 17ª Região, confirmando os resultados dos quesitos analisados na pesquisa. Neste contexto, destaca-se a necessidade do surgimento da ideia de melhorar o ambiente de trabalho visando maior conforto, segurança, dinamismo, produtividade, participação em programas de prevenção e valorização dos funcionários e suas tarefas, tudo isso a partir de um comprometimento e colaboração da gerência, assim como participação dos trabalhadores para que todas as melhorias funcionem de forma eficiente e eficaz.

## 6 | CONCLUSÕES

O setor administrativo das áreas de informática, fiscalização, secretaria e financeiro dentro do CRTR 17ª Região, ainda apresentam muitas deficiências no que diz respeito à aplicação do estudo da ergonomia e produtividade, pois existe certa relutância tanto por parte da diretoria, assim como dos próprios funcionários em sua aplicação. Tudo isso representou um grande desafio, mas por outro lado, representou a oportunidade de crescimento profissional dado o grau de complexidade na aplicação da metodologia exposta neste trabalho.

A implantação de um programa de prevenção para as LER/DORT não representou medidas preventivas prontas a serem impostas. Neste contexto, o papel dos trabalhadores e dos diretores do CRTR 17ª Região foi também de assegurar o sucesso do trabalho realizado, levando em consideração a diversidade das situações de trabalho e a implantação de medidas que tenham como base a análise das atividades



dos postos de trabalho realizadas no local. Foram analisados ainda, o conteúdo das tarefas e seu modo de executá-las, seja de caráter repetitivo, alto controle, treinamento inadequado, relacionamento interpessoal afetado, os ritmos e riscos das tarefas.

Por fim, vale ressaltar que após a análise dos fatores acima seria importante para o CRTR 17ª Região implantar um programa de ginástica laboral para esclarecimento dos benefícios da mesma e para o desenvolvimento pessoal em busca de saúde e melhoria de qualidade de vida no ambiente de trabalho, assim como o esclarecimento sobre a incidência de doenças ocupacionais.

## REFERÊNCIAS

ANTONALIA, Cláudio. **LER DORT Prejuízos Sociais e Fator Multiplicador do Custo Brasil**. São Paulo: LTr, 2001.

BITTAR, Rita de Cássia da Silveira Marconcini. **Proposta de Metodologia para Avaliação da Integração na Empresa Estendida Associada a Índices de Automação**. Campinas: UNICAMP, 1995. 240 p. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

CHEREM, A. J. **A prevenção de Phathos: uma proposta de protocolo para diagnóstico dos distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho**. Dissertação (mestrado em engenharia da produção), Programa de pós- graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, 1997.

Ferramentas de avaliação ergonômica. **Método Rula**. Disponível em: <[https://topergonomia.wordpress.com /category/ferramentas-ergonomicas/](https://topergonomia.wordpress.com/category/ferramentas-ergonomicas/)>. Acessado em dezembro de 2015.

FLEURY, Afonso Carlos Correa; MELLO, Carlos Henrique Pereira; NAKANO, Davi Noboru; TURRIONI, João Batista; HO, Linda Lee; MIGUEL, NETO, Reinaldo Morabito, MARTINS, Roberto Antônio, PUREZA, Vitória. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. Editora Campus Elsevier, 2012.

GAIGHER FILHO, Walter, **LER/DORT A Psicossomatização no Processo de Surgimento e Agravamento** / Walter Gaigher Filho & Sebastião Iberes Lopes Melo. São Paulo: LTr, 2001.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

INSS. **L.E.R. : normas técnicas para avaliação da incapacidade**. Brasília, 1993.

LUEDER, R. A Proposed RULA for Computer Users. **Proceedings of the Ergonomics Summer Workshop** . UC Berkley Center for occupational & Environmental Health continuing education program. San Francisco, 1996.

McAtamney, L.; Corlett, E.N. **RULA: a survey methodfor the investigation of work-related upper limb disorders**. Applied Ergonomics, v. 24, 1993.

**NR 17- ERGONOMIA**. Disponível em: <[http://www.mtps.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEFBA D7064803/nr\\_17.pdf](http://www.mtps.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEFBA D7064803/nr_17.pdf)> Acessado em janeiro de 2016.

O'NEILL, Maria José, **LER/DORT: O Desafio de Vencer**. São Paulo: MADRAS, 2003.

RIO, Rodrigo Pires do e Pires, Lycinia, **Ergonomia: Fundamentos da Prática Ergonômica**. 3ªed.

São Paulo: LTr, 2001.

RODRIGUES, Allan do Couto et al. **Uma investigação sobre as condições do posto de trabalho através da análise ergonômica na central de atendimento de uma unidade de serviços bancários.** Artigo/Universidade Federal Fluminense, 2003.

SCHMITZ, Cláudio, **Análise ergonômica de postos de trabalho de caixa de banco: comparação de dois modelos do Bannisul S.A.** Trabalho de conclusão de curso (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) UFRGS, Porto Alegre, 2002.

## AVALIAÇÃO ERGONÔMICA DE UM MOBILIÁRIO LABORAL INTELECTUAL

**Renata Maria de Mori Resende de Araujo  
Possi**

Universidade Federal de Viçosa  
Viçosa, Minas Gerais

**Luciano José Minette**

Universidade Federal de Viçosa  
Viçosa, Minas Gerais

**Stanley Schettino**

Universidade Federal de Minas Gerais  
Belo Horizonte, Minas Gerais

**RESUMO:** A Ergonomia está preocupada com a qualidade de vida das pessoas, colocando-as nas condições mais favoráveis de trabalho possíveis. A não adequação ergonômica pode trazer prejuízos tanto para o trabalhador, que fica exposto ao risco de ter LER/DORT, quanto para a empresa. LER/DORT é uma doença osteomuscular que quando não tratada antes da fase moderada, torna-se mais difícil de ser curada, implicando em dores crônicas e baixo desempenho profissional, o que justifica a importância de sua prevenção através da identificação dos fatores de risco e da conseguinte correção dos postos de trabalho. Os profissionais de Tecnologia da Informação são os que mais apresentam diagnósticos de LER/DORT, devido à natureza de suas atividades. Este trabalho investiga a adequação ergonômica do mobiliário adotado

em postos de trabalho intelectual de um setor de Tecnologia da Informação, em uma Instituição de Ensino Superior. Utilizou-se o método quantitativo para obtenção de dados antropométricos que foram analisados através do método estatístico descritivo, permitindo a validação das dimensões mobiliárias encontradas, segundo o método dos percentis. Após análise segundo as normas vigentes, verificou-se que, embora o mobiliário possua um grande potencial ergonômico, a sua má utilização foi a principal causa de problemas ergonômicos encontrados. Evidenciou-se ainda a importância do levantamento antropométrico para a elaboração de um mobiliário laboral intelectual ergonomicamente correto, uma vez que a utilização do conceito “homem mediano” não atenderia nem 50% dos casos avaliados. Por fim, foram propostas melhorias para a adequação ergonômica dos postos de trabalho.

**PALAVRAS-CHAVE:** Avaliação antropométrica, Ergonomia de móveis, Qualidade de vida no trabalho.

**ABSTRACT:** Ergonomics is concerned about the quality of people's life, putting them in the most favorable conditions possible at work. The ergonomic unsuitability can bring harm to both the worker who is exposed to the risk of RSI / MSDs, as for the company. RSI / MSDs is a musculoskeletal disease that if left

untreated prior to the moderate stage, it becomes more difficult to be cured, resulting in chronic pain and low job performance, which explains the importance of prevention by identifying risk factors and the correction of the workstations. The Information Technology professionals are the ones who have more diagnoses of RSI / MSDs due to the nature of its activities. This work investigates the ergonomic suitability of furniture adopted in intellectual jobs of the Information Technology sector in an institution of higher education. We used the quantitative method for obtaining anthropometric data that were analyzed by the descriptive statistical method, allowing the validation of the furniture's dimensions by the method of percentiles. After analysis in accordance with current standards, it was found that while the designed furniture have a great ergonomic potential, its misuse was the main cause of the ergonomic problems found. It also highlighted the importance of anthropometric survey for the development of ergonomically correct furniture for intellectual labor, since the use of the "average man" concept would not meet even 50% of the cases evaluated. Lastly, it lists proposals of improvements for the ergonomic suitability of the workstations.

**KEY-WORDS:** Anthropometric measurements, furniture's ergonomics, quality of life at work.

## 1 | INTRODUÇÃO

O trabalho intelectual no Brasil teve início, em larga escala, há 30 anos, quando se empregou o uso de computadores durante a jornada de trabalho. Atualmente, o uso se tornou mais intenso em diversas áreas, principalmente nas áreas tecnológicas que envolvem utilização direta de computadores no desenvolvimento de atividades cognitivas (GUIMARÃES, 2011). Essa estreita relação entre o homem e o computador trouxe diversos problemas de saúde para os trabalhadores, como estresse, dores musculares e Lesão por Esforço Repetitivo / Distúrbio Osteomuscular Relacionado ao Trabalho - LER/DORT (MPS, 2003), devido à falta de um planejamento ergonômico correto para esta nova atividade.

A Ergonomia está preocupada com a qualidade de vida das pessoas, colocando-as nas condições mais favoráveis de trabalho possíveis, principalmente nos ambientes laborais intelectuais, onde passam a maioria do seu tempo sentadas e realizando tarefas rápidas e repetitivas. A não adequação desse ambiente ao homem pode resultar no surgimento de cansaço, estresse, problemas musculares e crescentes chances de desenvolverem LER/DORT. A falta de um mobiliário que propicie uma postura correta em seus postos de trabalho também é um fator prejudicial para as empresas devido o declínio do rendimento de seu funcionário, diminuindo a produtividade do negócio como um todo.

Para evitar a necessidade de aplicação da Ergonomia de Correção, as diretrizes ergonômicas devem ser adotadas nas etapas iniciais do projeto, tanto arquitetônicos quanto de mobiliários ou maquinários, agregando qualidade ergonômica ao produto,

uma vez que é muito mais simples evitar possíveis problemas ergonômicos ainda na fase de projeto do que fazer intervenções no ambiente para corrigi-los. Este conceito deve estar sempre associado à segurança, ao conforto, à satisfação e ao bem-estar, integrado à eficácia das atividades a serem desenvolvidas pelos trabalhadores.

Existem algumas regras ergonômicas que devem ser obedecidas, estabelecidas pela NR 17 - Ergonomia (MTE, 2007), específicas para o mobiliário e equipamentos dos postos de trabalho, além do tempo máximo de trabalho diário e entre os descansos. O meio deve se adequar ao homem de forma a evitar o surgimento de patologias relacionadas ao trabalho.

Segundo o Instituto Nacional de Seguridade Social - INSS, dentre as doenças do trabalho, a categoria mais incidente no Brasil foi a de doenças comumente relacionadas às LER/DORT (segunda maior categoria em incidência), responsável pelo afastamento de um grande número de adultos jovens em plena idade produtiva por incapacidade temporária ou permanente, trazendo transtornos para estes trabalhadores e suas famílias, além de significar um grande gasto com pagamentos de afastamentos e de seguros (MPS, 2013).

Especificamente, segundo Pereira *et. al.* (2011), os profissionais de Tecnologia da Informação são os que mais apresentam diagnósticos de LER/DORT, por trabalharem em tarefas de movimentos rápidos e repetitivos, por longas jornadas de trabalho e, muitas das vezes, sob estresse. Ainda segundo o autor, LER/DORT é uma doença osteomuscular que quando não tratada antes da fase moderada, torna-se mais difícil de ser curada, implicando em dores crônicas e baixo desempenho profissional, o que justifica a importância de sua prevenção através da identificação dos fatores de risco e da conseguinte correção dos postos de trabalho, além da implementação (e manutenção) das boas práticas, como as atividades laborais e pausas durante a jornada de trabalho, dentre outras descritas na NR-17.

Este trabalho pretende investigar o mobiliário adotado, em 2013, pela Diretoria de Tecnologia da Informação, na Divisão de Sistemas de Informação (DSI) em uma Instituição de Ensino Superior do estado de Minas Gerais, através do levantamento biométrico dos usuários dos postos de trabalho intelectual e do mobiliário utilizado, a fim de sugerir adequações, pautadas na Engenharia de Segurança do Trabalho e na Arquitetura, para as possíveis fragilidades ergonômicas identificadas.

## 2 | OBJETIVOS

O presente estudo teve como objetivo geral avaliar o ambiente laboral do trabalhador intelectual através da análise dos dados levantados em conformidade com as recomendações das Normas Brasileiras NR-17, NBR 13960:1997, NBR 13961:2003, NBR 13962:2002, NBR 13965:1997, NBR13966:1997 e NBR 13967:1997. Especificamente, buscou-se:

- a. caracterizar o perfil dos trabalhadores através de uma análise antropométrica;
- b. identificar o mobiliário utilizado pelos trabalhadores intelectuais;
- c. confrontar os dados encontrados com as normas vigentes;
- d. sugerir adequações.

### 3 | METODOLOGIA

Utilizou-se o método quantitativo para obtenção de dados antropométricos dos Técnicos Administrativos de uma Divisão de Sistemas de Informação (DSI) de uma Instituição de Ensino Superior (IES), que foram analisados através do método estatístico descritivo (LAKATOS, 2011), permitindo a validação das dimensões mobiliárias encontradas, segundo o método dos percentis, para a avaliação das necessidades de segurança e de conforto dos trabalhadores intelectuais em relação aos mobiliários de seus postos de trabalho.

### 4 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A ergonomia surgiu na Inglaterra, durante o período pós-guerra, durante uma reunião de cientistas e pesquisadores, ocorrida em 12 de julho de 1949, que buscavam discutir e formalizar o neologismo da palavra “ergonomia”, que em grego significa “leis naturais” (nomos) “do trabalho” (ergo). O problema ergonômico se tornou mais evidente durante a Revolução Industrial: com os trabalhos insalubres e grandes jornadas de trabalho, tornou-se visível a necessidade do desenvolvimento de metodologias e de instrumentos para controle das doenças ocupacionais. Só em 1960, a Organização Internacional do Trabalho (OIT) definiu ergonomia como “aplicação das ciências biológicas, conjuntamente com as ciências da engenharia, para lograr o ótimo ajustamento do ser humano ao seu trabalho, e assegurar, simultaneamente, eficiência e bem-estar” (MIRANDA, 1980, p.64). Infelizmente, por muito tempo foi esse o pensamento que predominou no mercado trabalhista, onde se imaginava que o trabalhador é quem deveria se adequar às condições de trabalho que lhes era oferecida, e não o contrário.

No Brasil, em 1978, o Ministério do Trabalho instituiu a primeira versão da norma regulamentadora específica sobre ergonomia, a NR-17 (MTE, 2007), que exige que o empregador implante condições mínimas de ergonomia para atender aos trabalhadores, ou seja, o ambiente é que deve se adaptar às necessidades do usuário e não o contrário, como forma de prevenção de doenças ocupacionais geradas por postos de trabalho insalubres, fatigantes e/ou perigosos. Considerando também as relações de custo/benefício (importantes para o empregador), a adoção destas



medidas ergonômicas aumenta a eficiência do sistema de produção da empresa e a qualidade dos produtos.

Portanto, a Ergonomia é feita para melhorar a qualidade de vida no trabalho, tendo uma abordagem interdisciplinar, onde vários profissionais devem contribuir, desde as fases iniciais, como o projeto de uma máquina ou ferramenta (desenhistas industriais, programadores de produção, engenheiros etc.), o projeto do ambiente laboral (arquitetos, designers etc.), até os cuidados no dia-a-dia nos postos de execução do trabalho (médicos do trabalho, fisioterapeutas, engenheiros de segurança etc.).

A doença ocupacional mais comum no âmbito ergonômico é a chamada LER/DORT, uma doença que surge, normalmente, com a junção de mais de um agente causador como, por exemplo, postura inadequada aliado aos movimentos repetitivos. Atualmente, algumas profissões intelectuais têm tido mais atenção por parte dos empregadores quanto à questão ergonômica devido ao grande número de afastamento por LER/DORT (MPS, 2013).

A antropometria, segundo Lida (2005), é um estudo que relaciona as dimensões físicas humanas com as espaciais necessárias para o desenvolvimento de diversas atividades, ou seja, um estudo de como o corpo humano se comporta durante a realização dos movimentos e como um mobiliário, por exemplo, pode se adequar a ele. Com esses dados, é possível projetar móveis que atendam até 90% dos usuários, utilizando o método estatístico de percentil, que permite levar em conta os diferentes biótipos da população, que mesmo em uma mesma região com características físicas semelhantes, ainda possuem uma grande variação entre si (IIDA, 2005). Os demais 10%, são atendidos através de adaptações específicas.

No caso de postos de trabalhos intelectuais, o ambiente laboral possui características específicas exigidas pela tarefa, como ficar sentado por muito tempo, apresentar altos níveis de concentração, ficar exposto a um monitor (o que diminui o número de piscadas, diminuindo a lubrificação ocular, dificultando a plena visão), dentre outras. Todas essas características podem ser consideradas agentes causadores de DORT e estresse, por isso, diversas empresas já estão adotando um programa ergonômico para aliviar esses causadores baseados na NR-17, com pausas, alternações de atividades e ginásticas laborais específicas para o trabalhador destes postos.

Além disso, o cuidado com o mobiliário é de extrema importância para evitar o acúmulo de agentes laborais sobre o trabalhador. Eles devem obedecer aos padrões ergonômicos e antropométricos, além do cuidado com seus detalhes, como asquinas vivas, capazes de causar acidentes.

Em relação a normatização técnica existente no Brasil para escritórios, foram utilizadas as normas contidas no Quadro 1.

Normas vigentes de referência para escritórios	
NBR 13960:1997	Móveis para escritório - Terminologia.
NBR 13962:2002	Móveis para escritório - Cadeiras.
NBR 13965:1997	Móveis para escritório - Móveis para informática - Classificação e características físicas e dimensionais.
NBR 13967:1997	Móveis para escritório - Sistemas de estação de trabalho - Classificação e características físicas e dimensionais.

Quadro 1 - Normas vigentes de referência para escritórios

#### 4.1 Mesas para informática

As mesas para informática devem obedecer às recomendações da NBR 13965:1997. A Tabela 1 apresenta as recomendações dessa norma que foram utilizadas no estudo.

Nome da variável	Valor mínimo (mm)	Valor máximo (mm)
Altura da superfície do tampo do monitor*	640	980
Altura da superfície do tampo ou suporte para o teclado*	640	750
Largura do tampo	780	-
Largura do tampo do teclado	500	
Profundidade da superfície da mesa	750	1100
Profundidade do tampo para monitor	460	
Profundidade do tampo para o teclado	220	
Distância para visualização do monitor	450	
Altura livre para os joelhos*	560	660
Profundidade livre para os pés	570	
Largura livre para as pernas	600	
Raio da borda de contato com o usuário	2,5	

Tabela 1 – Dimensões para mesas de informática

Alturas para mesas com tampos reguláveis

Fonte: NBR 13965:1997 (1997)

Na análise dimensional das mesas da DSI foram realizadas medições e posterior comparação com as recomendações da NBR 13965:1997.

#### 4.2 Cadeiras para escritório

Atualmente, a norma de referência utilizada para avaliar cadeiras é NBR 13962:2002 - Móveis para escritório - Cadeiras. Alguns quesitos foram selecionados para comparação com as cadeiras adotadas pela DSI, como mostra a Tabela 2.

Nome das variáveis	Valor mínimo (mm)	Valor máximo (mm)
Altura da superfície do assento (intervalo de regulagem)	420	500
Largura do assento	400	-
Profundidade da superfície do assento	380	-
Profundidade útil do assento	380	440
Distância entre a borda do assento e eixo de rotação	270	-
Ângulo de inclinação do assento	-2%	-7%
Extensão vertical do encosto	240	-
Altura do ponto X do encosto (intervalo de regulagem)	170	220
Altura da borda superior do encosto	360	-
Largura do encosto	305	-
Faixa de regulagem de inclinação do encosto	15°	-
Altura do apóia-braço	200	250
Distância interna dos apóia-braços	460	-
Recuo do apóia-braço	100	-
Comprimento do apóia-braço	40	-
Largura do apóia-braço	40	-
Projeção da pata	-	415
Número de pontos de apoio da base	5	-

Tabela 2 – Móveis para escritório – Cadeira giratória operacional

Fonte: NBR 13962:2002 (2002)

Na análise dimensional das cadeiras da DSI foram realizadas medições e posterior comparação com as recomendações da NBR 13962:2002.

## 5 | CARACTERÍSTICAS DOS TRABALHADORES

Foram mensurados, para análise ergonômica dos mobiliários, dados antropométricos de 30 pessoas, dentre elas técnicos administrativos e estudantes voluntários, e a seguir se obteve a média das dimensões analisadas, o desvio padrão e os percentis, conforme a Tabela 3. Esta forma de obtenção de dados é válida pela variedade antropométrica encontrada na Instituição devido à naturalidade diversa dos indivíduos que estão investidos nos cargos analisados.

Entretanto, para a finalidade deste estudo, destacam-se somente as dimensões críticas para a postura de sujeito sentado, para a análise específica dos postos de trabalho intelectuais que foram representados pela Tabela 3.

Quesito (sujeito sentado)	Média Geral (cm)	Desvio Padrão (s)	P5%	P10%	P50%	P90%	P95%
Altura do ombro-assento	59,6	3,6	54,7	55,5	59,5	62,8	66,7
Altura cotovelo-assento	25,7	2,6	22	22,5	25,2	29,5	30,1
Altura dos joelhos	54	4,4	48,9	50	54	60	60,6
Largura do quadril	39	4,5	31,7	35,8	37,8	44,8	47,3

Altura do banco	43,8	2,8	39,5	40	43	48,5	48,8
Profundidade nádega Joelho	58,8	4,3	51,2	52	60	63,5	64,6
Largura do tórax	31,6	4,9	26,2	27	30,9	37,4	41,6
Alcance dos antebraços	46,8	3,5	42	42,5	46,5	51,6	52,6
Altura do nível dos olhos	119,7	5,7	110,9	112,9	120	126,6	129,3
Altura do cotovelo	69,5	3,7	63,9	65	69,8	74,1	75
Alcance frontal máximo	78,4	7,2	67,5	68,9	79,5	85,3	88,6

Tabela 3 – Dados antropométricos – perfil dos trabalhadores

Fonte: Autores (2015)

Com estes dados, percebe-se a importância do levantamento antropométrico para a elaboração de um projeto mobiliário, uma vez que a média das dimensões, muitas vezes utilizadas para se construir imaginando que “o homem mediano” atenda a toda população (Neufert, 2004), não atenderia nem mesmo o percentil 50% (que atenderia metade da população).

## 6 | CARACTERÍSTICAS DO AMBIENTE LABORAL E ANÁLISE DOS POSTOS DE TRABALHO

A análise foi realizada nos postos de trabalho da Divisão de Sistemas de Informação (DSI) existentes nas dependências da Diretoria de Tecnologia da Informação (DTI) de uma Instituição de Ensino Superior do estado de Minas Gerais. Tal divisão tem como principal objetivo a elaboração e condução de projetos de desenvolvimento, implantação, reformulação, manutenção e aquisição de sistemas de informação para a instituição.

A DSI hoje é composta por 37 funcionários que, em sua maioria, trabalham sentados durante toda ou grande parte da jornada de trabalho, de 8 horas diárias, utilizando um computador. O ambiente é dividido em salas com estações de trabalho iguais para cada funcionário, que é alocado de acordo com sua divisão (função). O mobiliário levantado, utilizado pela DSI e descritos nas Tabelas 4 e 5, são os postos de trabalho utilizados pelos funcionários intelectuais: mesas e cadeiras.

Existem seis modelos de mesa na DSI. Elas possuem altura adequada segundo a NBR 13965:1997, com exceção de um modelo mensurado que está 5 cm acima do indicado, conforme apresentado na Tabela 4. Quanto à profundidade da superfície das mesas, somente dois modelos apresentam valores de acordo com a norma, porém, todos eles são utilizados como tampo para monitor, de tal forma que seus valores atendem à norma, tanto a profundidade para tampo de monitor quanto a distância para visualização do monitor. Todos os outros quesitos são atendidos, faltando somente o tampo regulável para teclado e apontador (*mouse*), que não é obrigatório, mas auxiliaria na adequação de 100% dos funcionários.

Mesa	Altura do tampo (cm)	Largura (cm)	Profundidade da mesa (cm)	Profundidade para os pés (cm)	Espaço livre (cm)	Altura do monitor (cm)	
						Máx	Mín
1	75	161x180	61,5x61,5	86	55,5x78,5	124	93
2	75	150	70	70	110	124	93
3	75	140	70	70	100	124	93
4	80	155	80	80	115	121	89
5	75	145	80	80	105	124	93
6	75	160x240	50x70	70	25x124	125	90

Tabela 4 – Mesas para trabalho intelectual do DSI

Fonte: Autores (2015)

Todas as cadeiras (ver Figura 1) são totalmente reguláveis, conforme a Tabela 5. São giratórias e com rodízio, acolchoadas com bordas arredondadas e que acompanham as curvaturas normais do corpo humano. Possuem dispositivos que facilitam a regulação da altura do assento, do encosto, do apoio do braço e inclinação do encosto. Porém, duas variáveis da NBR 13962:2002 não foram atendidas pelas cadeiras: altura do apóia-braços e distância interna do apóia-braços, este último apenas pela cadeira 2. O fato da altura do apóia-braço ser insuficiente é evidenciado pela análise das fotografias retiradas dos trabalhadores em seus postos de trabalho na DSI (ver Figura 2), pois esta foi a principal causa (mais incidente) encontrada entre os erros ergonômicos verificados.



Figura 1 – Cadeiras utilizadas na DSI

Fonte: Autores (2015)

C	D do assento (cm)	D do encosto (cm)	D do pé (cm)	Nº de apoio	Desnível do encosto (cm)	H	Altura do apoio para os braços (cm)		Altura do assento (cm)	
							Má	Mí	Má	Mí
1	47x44	45x42	25	5	7+h	5	25+a	18+a	56	45
2	44x42	38x48	28	5	8+h	7	26+a	20+a	55	44
3	47x47	40x38	30	5	8+h	3	24+a	19+a	60	48



C - cadeira

D - dimensões

h - distância entre o encosto e o assento (cm)

a - altura do assento

Má - máxima

Mí - mínima

A Figura 2 representa os principais problemas ergométricos encontrados no mobiliário adotado no ano de 2013, pela Diretoria de Tecnologia da Informação da IES de Minas Gerais, nos postos de trabalho intelectual.





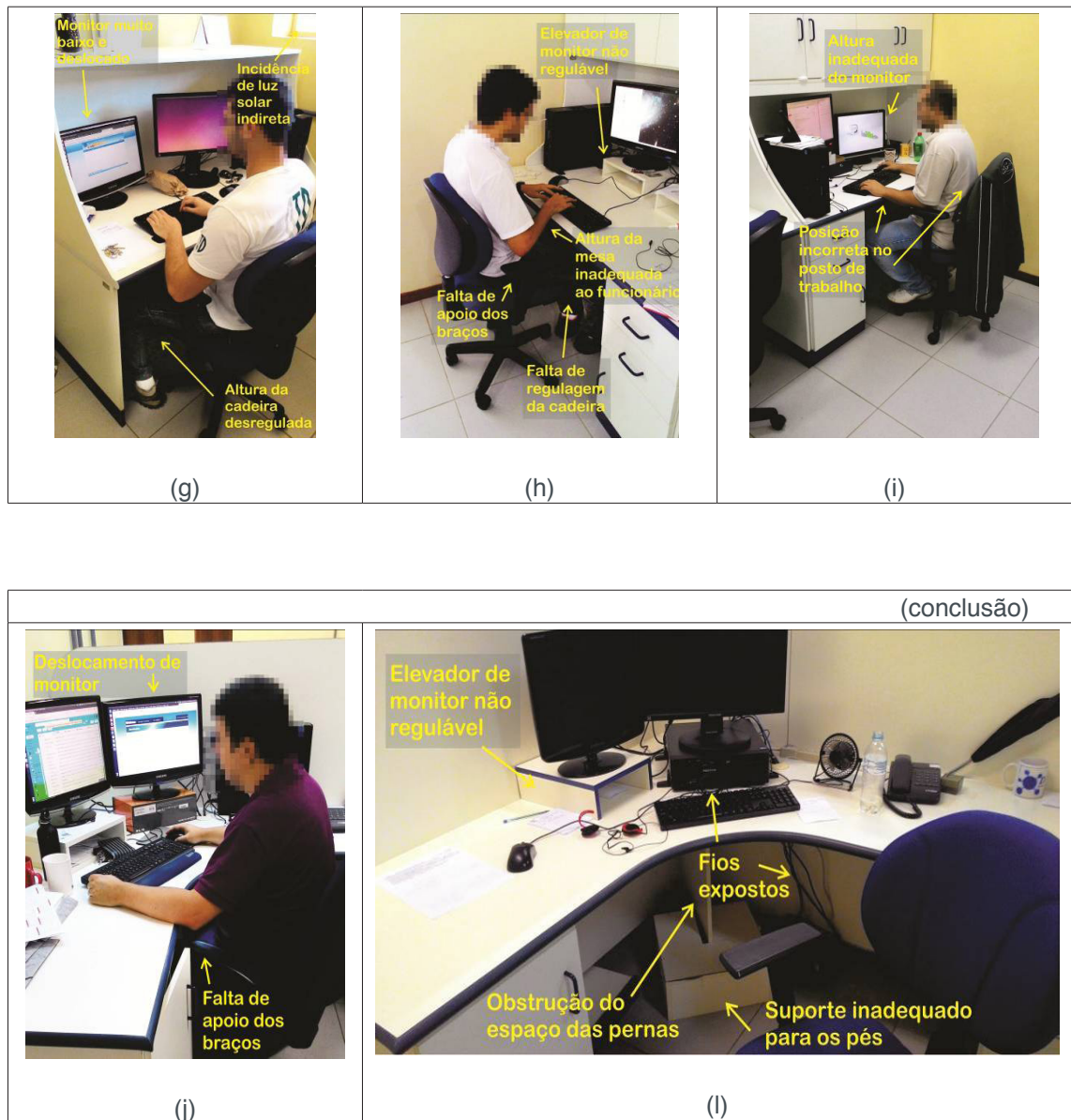


Figura 2 - Fotografias dos postos de trabalho analisados: (a) mesa tipo 4; (b) mesa tipo 6; (c) mesa tipo 2; (d) mesa tipo 2; (e) posto de trabalho 5; (f) mesa tipo 4; (g) mesa tipo 3; (h) mesa tipo 5; (i) mesa tipo 4; (j) mesa tipo 1; (l) detalhe do mobiliário da mesa tipo 1.

## 7 | RESULTADOS

De acordo com o que foi levantado, aplicando a análise segundo as normas vigentes, o mobiliário dos postos de trabalho analisados possuem condições ergonômicas potencialmente corretas, que com poucos ajustes, podem se tornar exemplo de mobiliário intelectual, que funcionará perfeitamente se houver uma orientação correta de boas posturas aos funcionários.

### 7.1 Fatores ergonômicos

Após checagem com leis vigentes, os problemas encontrados nos mobiliários foram:

#### 7.1.1 Cadeiras

- a. Má utilização dos ajustes disponíveis;
- b. A cadeira 2 não atende a especificação da NBR 13962:2002 no quesito distância interna dos apoia-braços;
- c. Todas as cadeiras não atendem ao quesito altura do apoia-braço;
- d. Se os apoia-braços forem totalmente levantados, podem gerar problemas para o funcionário se adequar em seu posto de trabalho (os apoia-braços funciona como barreira da entrada da cadeira sob a mesa).

### 7.1.2 Mesas

- a. Alguns postos são prejudicados pelo layout devido ao reflexo da luz natural diretamente na visão dos funcionários ou em seus monitores (as janelas não possuem cortinas);
- b. Alguns monitores estão deslocados para a lateral, dificultando o melhor posicionamento nas mesas e cadeiras, prejudicando tanto a postura quanto a visão do trabalhador;
- c. Algumas mesas possuem obstrução na parte inferior, que atrapalham ainda mais a postura do trabalhador devido a disposição incorreta dos equipamentos sobre a mesa;
- d. As mesas não possuem regulagem para altura do teclado e do apontador (*mouse*).

## 7.2 Fatores antropométricos

De acordo com o levantamento feito, pode-se fazer uma relação entre o mobiliário e os dados antropométricos dos alunos e funcionários, gerando os percentis da Tabela 4. Esses dados comprovam as análises antropométricas in locu que foram mostradas na Figuras 2, onde notase que as maiores incidências são na falta de regulagem da altura do apoio dos braços das cadeiras, altura desproporcional dos monitores e falta de um tampo com altura ajustável para teclado e apontador (*mouse*). Percebe-se que onde se conseguiu atingir 100% dos funcionários, ou P100%, são justamente os quesitos onde as alturas podem ser reguladas.

Quesitos com sujeito sentado (cm)	Mesas	Cadeiras
Altura do ombro-assento	-	P90%
Altura cotovelo-assento	P95%	P50%
Altura dos joelhos	P100%	P90%
Largura do quadril	P100%	P95%
Altura do banco	100%	100%
Profundidade nádega-jelho	-	P5%
Largura do tórax	-	P95%
Alcance dos antebraços	P50%	-

Altura do nível dos olhos	P50%	-
Altura do cotovelo	P95%	P50%
Alcance frontal máximo	P50%	-

Tabela 4 – Resultado dos percentis para os móveis do DSI

Fonte: Autores (2015)

A análise também foi feita com os dados medianos dos trabalhadores. Os quesitos reguláveis se adequam ao homem mediano, com exceção do apoio do braço, que foi satisfeito somente pela cadeira 2. A altura da mesa 4 estaria 5,5 cm acima do valor da média e somente as mesas 1, 4 e 5 tem o alcance frontal adequado. Com isto, vemos que a média não pode ser um referencial seguro para a análise dos mobiliários pelo âmbito ergonômico.

## 8 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho mostrou a importância do levantamento antropométrico para a elaboração de um mobiliário laboral intelectual ergonomicamente correto, uma vez que os móveis costumam ser desenvolvidos baseados no homem mediano, o que não atenderia nem mesmo 50% dos casos nesta situação. Além disto, embora o mobiliário possua um grande potencial ergonômico, a sua má utilização foi a principal causa de problemas encontrados, o que pode acarretar em prejuízos à saúde do trabalhador intelectual.

A análise do mobiliário concluiu que alguns quesitos eram atendidos para apenas 50% dos funcionários (P50%), como: apoio dos braços (Altura cotovelo-assento), espaço livre para as pernas (Alcance frontal máximo), altura dos monitores (Altura do nível dos olhos) e altura das mesas (Altura do cotovelo).

Para o melhoramento do mobiliário, sugere-se a adaptação de um suporte próprio para teclado e *mouse*, com dimensões corretas para a utilização dos dois equipamentos, que seja com altura regulável e capaz de amortecer vibrações ou sons criados ao se digitar, com suporte para punhos e sem quinas vivas. Além desta, também é importante adequar o suporte de apoio para os pés (para pessoas menores de 170 cm, 40% dos funcionários) que tem que possuir largura suficiente, altura regulável e ângulo ajustável, ser móvel, permitindo que o usuário o desloque sobre o piso, mas que não deslize facilmente. Também sugere-se a adequação dos apoiabraços através de sua substituição. Outra observação para o melhoramento do ambiente seria a adoção de cortinas nas janelas para retirar a luz natural que incide diretamente na visão dos funcionários e nos monitores.

## REFERÊNCIAS

IIDA, Itiro. **Ergonomia: projeto e produção**. 2ª edição. São Paulo: Editora Blucher, 2005.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia científica**. 6º ed. São Paulo: Atlas, 2011.

PEREIRA, D. L. **Trabalho e saúde: fatores de risco relacionados aos profissionais da tecnologia da informação**. EFDeportes.com, Revista Digital. Buenos Aires, Ano 16, N. 158. 2011. Disponível em: <<http://www.efdeportes.com/efd158/fatores-de-risco-da-tecnologia-da-informacao.htm>>. Acesso em: 21/02/2015.

GUIMARÃES, Bruno Maia *et al.* **Análise da carga de trabalho de analistas de sistemas e dos distúrbios osteomusculares**. Fisioterapia em Movimento, v. 24, n. 1, 2011.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO - MTE. **NR-17: Ergonomia**. Brasília: Imprensa Nacional, 2007.

MIRANDA, Ivete Klein de. **A ergonomia no sistema organizacional ferroviário**. Revista Brasileira de Saúde Ocupacional. São Paulo, v. 8, n. 29, p. 63-70, 1980.

NEUFERT, Ernst; NEUFERT, Peter. **Arte de projetar em arquitetura**. G. Gilli, 2004.

WISNER, A. **Por dentro do trabalho: ergonomia método e técnica**. São Paulo: FTD, 1987.

MINISTÉRIO DA PREVIDÊNCIA SOCIAL. **Instrução Normativa Nº 98**. Brasília: MPS, 2003. Disponível em: <<http://www3.dataprev.gov.br/sislex/imagens/paginas/38/inss-dc/2003/anexos/IN-DC-98-ANEXO.htm>>. Acesso em: 14/02/2015.

MINISTÉRIO DA PREVIDÊNCIA SOCIAL. Anuário Estatístico da Previdência Social 2013. Brasília: MPS, 2013. Disponível em: <<http://www.previdencia.gov.br/estatisticas/aeps-2013-anuario-estatistico-da-previdencia-social-2013/>>. Acesso em: 14/02/2015.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**MARCOS WILLIAM KASPCHAK MACHADO** Professor na Unopar de Ponta Grossa (Paraná). Graduado em Administração- Habilitação Comércio Exterior pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Especializado em Gestão industrial na linha de pesquisa em Produção e Manutenção. Doutorando e Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, com linha de pesquisa em Redes de Empresas e Engenharia Organizacional. Possui experiência na área de Administração de Projetos e análise de custos em empresas da região de Ponta Grossa (Paraná). Fundador e consultor da MWM Soluções 3D, especializado na elaboração de estudos de viabilidade de projetos e inovação.

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-7247-001-8



9 788572 470018