



Helenton Carlos da Silva
(Organizador)

Engenharia
Ambiental e Sanitária:
Interfaces do Conhecimento 3



Helenton Carlos da Silva
(Organizador)

Engenharia
Ambiental e Sanitária:
Interfaces do Conhecimento 3

Atena
Editora
Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Geraldo Alves

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
 Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
 Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
 Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
 Prof^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
 Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
 Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Prof^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
 Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Prof^a Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

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

E57 Engenharia ambiental e sanitária [recurso eletrônico] : interfaces do conhecimento 3 / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF
 Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
 Modo de acesso: World Wide Web
 Inclui bibliografia
 ISBN 978-85-7247-996-7
 DOI 10.22533/at.ed.967201302

1. Engenharia ambiental. 2. Engenharia sanitária I. Silva, Helenton Carlos da.

CDD 628.362

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “*Engenharia Ambiental e Sanitária: Interfaces do Conhecimento 3*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora e apresenta, em seus 11 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca da importância da engenharia ambiental e sanitária, tendo como base suas diversas interfaces do conhecimento.

Entre os muitos usuários da água, há um setor que apresenta a maior interação e interface de conhecimento, o de resíduos sólidos.

Resíduos Sólidos são produtos de qualquer atividade humana, seja ela de pequeno ou grande porte. Estes podem se tornar uma problemática quando, dentro de um contexto operacional, a sua gestão não é correspondida de maneira absoluta, na qual venha garantir o controle do seu volume de geração.

Desta forma, faz-se uma importante ferramenta de estudo, uma vez que invoca a necessidade de investigação que levem a resultados que garantam a aplicação de novas técnicas que minimizem ou aborem as problemáticas dos resíduos sólidos gerados que afetam a tríplice ambiental, social e econômica.

Os resíduos sólidos, por sua vez, se não manejados, segregados e destinados corretamente, podem contribuir com a poluição do solo e da água.

As estratégias de gestão de resíduos sólidos direcionam para a minimização da produção de resíduos; o emprego de sistemas de reaproveitamento, reciclagem e tratamento para os resíduos gerados, e a disposição final em aterros sanitários.

Dentro deste contexto, as atividades de educação ambiental, visando à conscientização da população para a minimização da geração de resíduos, e os processos de reciclagem surgem, dentro de um sistema integrado de gestão de resíduos, como importantes etapas, por constituírem processos pautados em princípios ecológicos de preservação ambiental e participação social.

Neste sentido, este livro é dedicado aos trabalhos relacionados ao saneamento ambiental, compreendendo, em especial, a gestão de resíduos sólidos, ao seu tratamento e gerenciamento. A importância dos estudos dessa vertente é notada no cerne da produção do conhecimento, tendo em vista o volume de artigos publicados. Nota-se também uma preocupação dos profissionais de áreas afins em contribuir para o desenvolvimento e disseminação do conhecimento.

Os organizadores da Atena Editora agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada.

Por fim, desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Helenton Carlos da Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ANÁLISE DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM PONTAL DO PARANÁ, LITORAL PARANAENSE	
Cesar Aparecido da Silva Alan D'Oliveira Correa Marcos Vinicius Oliveira de Figueiredo Matheus Kopp Prandini	
DOI 10.22533/at.ed.9672013021	
CAPÍTULO 2	12
ANÁLISE DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE EM UM HOSPITAL DE PONTA GROSSA – PR	
Carolina Kratsch Sgarbossa	
DOI 10.22533/at.ed.9672013022	
CAPÍTULO 3	22
DESENVOLVIMENTO URBANO DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO E AS SUAS CONSEQUÊNCIAS NA BAÍA DE GUANABARA	
Luiz Affonso de Paula Junior Roberta Luísa Barbosa Leal Clarissa Moschiar Fontelles Marcelo de Jesus Rodrigues da Nóbrega	
DOI 10.22533/at.ed.9672013023	
CAPÍTULO 4	33
IDENTIFICAÇÃO DOS RISCOS ENCONTRADOS NO LIXÃO DE MASSARANDUBA- PB	
Vitória de Andrade Freire André Miranda da Silva Didiane Saraiva da Silva Edvanda de Andrade Freire Lígia Maria Ribeiro Lima	
DOI 10.22533/at.ed.9672013024	
CAPÍTULO 5	45
DESINFECÇÃO DE ESGOTO SANITÁRIO PROVENIENTE DE TANQUE SÉPTICO COM RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA	
Joseane Sarmiento Lazarotto Raphael Corrêa Medeiros Fernanda Volpatto Siara Silvestri	
DOI 10.22533/at.ed.9672013025	
CAPÍTULO 6	54
EFEITO DA ADIÇÃO DE ÁGUA AO LODO DE ESGOTO NA BIODIGESTÃO ANAERÓBICA EM BIODIGESTOR	
Ariane da Silva Bergossi Juliana Lobo Paes Priscilla Tojado dos Santos	

Romulo Cardoso Valadão
Maxmillian Alves de Oliveira Merlo
Guilherme Araujo Rocha
João Paulo Barreto Cunha

DOI 10.22533/at.ed.9672013026

CAPÍTULO 7 66

O CONSUMO DE COPOS PLÁSTICOS DESCARTÁVEIS EM UM HOSPITAL
UNIVERSITÁRIO DO TRIÂNGULO MINEIRO

Ana Luísa Magalhães Mauad
Andreia Marega Luz

DOI 10.22533/at.ed.9672013027

CAPÍTULO 8 72

PRINCIPAIS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL: UMA REVISÃO
DA LITERATURA

Luiz Eduardo Araujo Silva
Isadora de Sousa Oliveira
Yuri Cláudio Cordeiro de Lima

DOI 10.22533/at.ed.9672013028

CAPÍTULO 9 78

QUALIDADE HIGIENICOSSANITÁRIA DE QUEIJOS DE COALHO E DE MANTEIGA
PRODUZIDOS EM LATICÍNIO NÃO INSPECIONADO NO MUNICÍPIO DE IGARAPÉ
GRANDE-MA

Hugo Napoleão Pires da Fonseca Filho
Francisca Neide Costa
Sonivalde Santana
Anna Karoline Amaral Sousa
Herlane de Olinda Vieira Barros
Rosiane de Jesus Barros
Viviane Correa Silva Coimbra
Adriana Prazeres Paixão
Maria de Lourdes Guimaraes Borges
Francilene Miranda Almeida
Bruno Raphael Ribeiro Guimarães

DOI 10.22533/at.ed.9672013029

CAPÍTULO 10 91

RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS E SEU REAPROVEITAMENTO EM UM
SISTEMA DE COMPOSTAGEM

Eduardo Antonio Maia Lins
Edil Mota Lins
Cecília Maria Mota Silva Lins
Camilla Borges Lopes da Silva
Daniele de Castro Pessoa de Melo
Walter Santiago da Silva
Raphael Henrique dos Santos Batista
Wanderson dos Santos Sousa
Fábio Correia de Oliveira
Andréa Cristina Baltar Barros
Maria Clara Pestana Calsa
Adriane Mendes Vieira Mota

DOI 10.22533/at.ed.96720130210

CAPÍTULO 11	102
ÍNDICE DE VEGETAÇÃO POR DIFERENÇA NORMALIZADA (NDVI) COMO FERRAMENTA DE ANÁLISE DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL DA MICROBACIA DO CAMPUS II DO CENTRO UNIVERSITÁRIO CATÓLICA DO TOCANTINS	
<i>Lucas Antonio Vanderlei Amorim</i>	
DOI 10.22533/at.ed.96720130211	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	109
ÍNDICE REMISSIVO	110

ANÁLISE DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM PONTAL DO PARANÁ, LITORAL PARANAENSE

Data de aceite: 07/02/2020

Cesar Aparecido da Silva

Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná, Pontal do Paraná – PR; <http://lattes.cnpq.br/9108723599240230>

Alan D'Oliveira Correa

Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná, Pontal do Paraná – PR; <http://lattes.cnpq.br/9174909775162524>

Marcos Vinicius Oliveira de Figueiredo

Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná, Pontal do Paraná – PR; <http://lattes.cnpq.br/5732805548733840>

Matheus Kopp Prandini

Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná, Pontal do Paraná – PR; <http://lattes.cnpq.br/8009572180152307>

RESUMO: O presente trabalho teve por objetivo avaliar e quantificar os resíduos sólidos produzidos pelos comércios dos balneários do município de Pontal do Paraná, litoral paranaense. A avaliação foi realizada *in situ*, nos períodos de alta e baixa temporada, entre os anos de 2017 e 2018, com visitação de todos os estabelecimentos comerciais cadastrados na prefeitura, através do preenchimento de formulários e entrevistas aos seus respectivos gestores. Em cada visita, os resíduos foram mensurados através de amostragens e pesados

com balança portátil. A entrevista consistiu em questões que visavam compreender a organização dos resíduos gerados por esses comércios e informações gerais sobre a geração e acondicionamento dos resíduos. Observou-se que a armazenagem dos resíduos, de forma geral, estava inadequada, o que poderia causar riscos à saúde pública. Em relação aos balneários, 53,49% dos estabelecimentos comerciais localizados no balneário de Praia de Leste separam seus resíduos gerados, seguido pelo balneário de Ipanema com 33,34%. Já o balneário de Pontal do Sul separa somente 21,87%. Plástico, papel e papelão foram os tipos de resíduos observados em maiores quantidades. De modo geral, a gestão ambiental do município não é eficiente no que concerne ao gerenciamento de resíduos sólidos, e que programas de conscientização e educação ambiental para a comunidade litorânea é imprescindível para a melhora das condições ambientais.

PALAVRAS-CHAVE: gestão ambiental, diagnóstico de resíduos, gestão integrada, conscientização e saúde ambiental, balneários.

DIAGNOSIS OF SOLID WASTE IN PONTAL DO PARANÁ CITY, COAST PARANÁ STATE

ABSTRACT: The present work aimed to evaluate and quantify the solid waste produced

by the bathing trades of the city of Pontal do Paraná, Paraná coast. The evaluation was carried out in situ, during the high and low season between 2017 and 2018 years, with visitation of all commercial establishments registered and filling out forms and interviews with their respective managers. In situ, the waste was measured by sampling and weighed with a portable scale. The interview consisted of questions aimed at understanding the organization of the waste generated by these trades and general information about the generation and conditioning of the waste. Waste storage was generally found an inappropriate situation which could cause risks to public health. In relation to the bathing trades, 53.49% of the commercial establishments located in the Praia de Leste separated their generated waste, followed by the Ipanema with 33.34% while Pontal do Sul separates only 21.87%. Plastic, paper and cardboard were the types of waste observed in larger quantities. In summary, the environmental management of the municipality is not efficient with regard to solid waste management, and that environmental awareness and education programs for the coastal community are essential for the improvement of environmental conditions.

KEYWORDS: environmental management, waste diagnosis, integrated management, environmental health and awareness, bathing trades

1 | INTRODUÇÃO

A qualidade de vida das pessoas depende, fundamentalmente, de políticas públicas que levam em consideração os aspectos ambientais. Neste sentido, a sustentabilidade urbana está diretamente relacionada com a gestão dos resíduos sólidos Urbanos.

O Brasil consta com diretrizes legais sobre essa matéria tal como a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010), que estabelece diretrizes para a gestão de resíduos sólidos, a Lei Federal de Saneamento Básico (Lei nº 11.445/2007) que determina a prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos urbanos, e também a Lei de Consórcios Públicos (Lei nº 11.107/2005), que permite a cooperação federativa para a prestação desses serviços.

No entanto, apenas 451 (8,2%) municípios brasileiros desenvolvem programas de coleta seletiva (RIBEIRO, 2007).

Os resíduos sólidos constituem um grave problema ambiental para o poder público. Os custos de manutenção de um sistema de coleta e disposição são altos, e um sistema de gerenciamento eficiente é um desafio para os municípios que nem sempre conta com uma equipe técnica habilitada para sanar tais questões (LOVATO e SILVA, 2014).

Soma-se a isso o fato de haver um crescente aumento na geração dos resíduos sólidos nos centros urbanos, enquanto a conscientização sobre segregação e

diminuição da sua geração pela população ainda é insuficiente e, portanto, deve ser encorajada a formação continuada em todos os segmentos a educação ambiental.

Em regiões litorâneas, como a do Estado do Paraná, a situação é ainda mais preocupante, pois a sazonalidade e sua respectiva flutuação da população dificulta ainda mais a aplicação das políticas públicas ambientais.

Os problemas municipais transcendem os problemas territoriais, requisitando um trabalho conjunto entre governos e setores diversos. Neste contexto, deve-se considerar a heterogeneidade dos municípios brasileiros quanto a situação financeira e gerencial, os quais também apresentam uma insuficiência técnica e administrativa na gestão dos serviços públicos (CRUZ, 2002; LIMA, 2001; PEIXOTO, 2008; PHILLIPI JR. & AGUIAR, 2005). Seguindo este modelo, Pontal do Paraná, município do presente estudo localizado no litoral paranaense, realiza um consórcio intermunicipal com a cidade de Matinhos, os quais depositam os resíduos gerados no aterro sanitário localizado em Pontal do Paraná, mas que veio, no entanto, a se transformar em um aterro controlado, devido à gestão ineficiente da área.

O objetivo deste trabalho foi diagnosticar a geração de resíduos sólidos no município de Pontal do Paraná, litoral paranaense, na alta e baixa temporadas.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Local de Estudo

O município de Pontal do Paraná está localizado na região litorânea do Paraná (Figura 1), a aproximadamente 90 km da capital do estado, Curitiba; este município possui 24.878 habitantes e tem sua economia baseada no turismo da alta temporada, pequenos agricultores e pescadores (IPARDES, 2016).

Pontal do Paraná tem como característica principal a sazonalidade populacional: períodos de aumento significativo na população, que correspondem à baixa temporada (março a novembro) e à alta temporada (dezembro a fevereiro). No período da alta temporada, as temperaturas mais elevadas do verão atraem turistas de todo o Estado do Paraná, e de outras regiões, ocasionando um aumento populacional e, conseqüentemente, o aumento de geração de resíduos e a sua disposição, o que tem causado um problema frequente neste período, gerando inconvenientes e reclamações de toda a população.

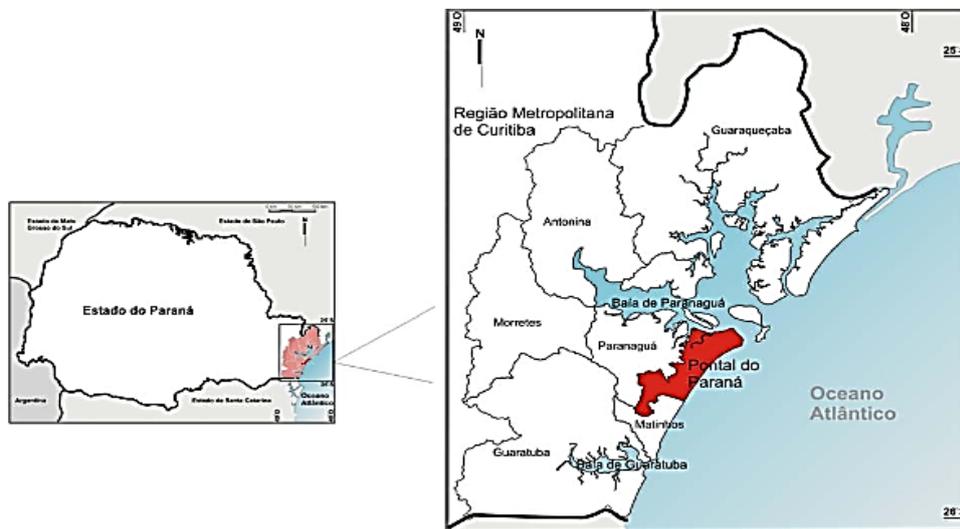


Figura 1 - Mapa de localização do Município de Pontal do Paraná.

Fonte – Adaptado de Paranacidade (2019).

Obtenção dos Dados

Visto que a prefeitura municipal não dispõe de dados oficiais atualizados referente a coleta e geração de resíduos pelo comércio no município, se fez necessário a realização de entrevistas in situ nos estabelecimentos através da aplicação de um *Checklist*, a fim de levantar dados quantitativos para posterior análise.

De acordo com o diagnóstico do Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado de Pontal do Paraná, em 2004 o município já enfrentava problemas quanto a ocupação do solo e ao zoneamento urbano. Diversos balneários encontram-se apenas a poucas ruas de distância um do outro e, formam-se às vezes, por apenas uma única faixa de estrutura, fazendo com que a cada quadra exista um balneário diferente. Tendo isso em vista, para a coleta dos dados e melhor análise quantitativa dos 43 balneários que formam Pontal do Paraná, houve uma divisão da região em seis setores de zoneamento urbano (Tabela 1; Figura 2).

Setor 1	Setor 2	Setor 3	Setor 4	Setor 5	Setor 6
Monções	Praia de Leste	Canoas	Ipanema	Shangrilá	Barrancos
Chácara Dom Pedro	Vila Progresso	Santa Terezinha	Leblon	Guapê	Itatiaia
Iracemã	Miramar	Itapoá	Grajau	Chácara dois rios	Atami Sul
Beltrami	Miami	Porto Fino	Marissol		Santa Clara
Tabuleiro	Mirassol	Primavera	Olho D'Água		Atami
Guaraguaçu	São Carlos	Guarapari	Carmery		Vila Nova
	Irapuan				Pontal do Sul

Pratick II

Mangue Seco

Luciane

Ponta do Poço

Praia Bela

Majoraine

Ipê

Tabela 1 – Distribuição dos balneários de Pontal do Paraná em setores devido às suas proximidades espaciais.

Fonte: os autores.

As entrevistas e a visitação foram realizadas por duas equipes de entrevistadores que se dirigiram aos balneários do município, munidos de balança digital portátil previamente calibrada.

Para os estabelecimentos que dispunham seus resíduos em contêineres, o peso total foi estimado de acordo com a norma NBR ISO 10.007/2004, que trata de amostragem de resíduos em pilha, seguida pelo quarteamento com o propósito de obtenção de uma amostra homogênea (ABNT, 2004). Tal procedimento foi realizado por três vezes.

O levantamento dos dados foi realizado no período de alta e baixa temporadas dos anos de 2017 e 2018, respectivamente.

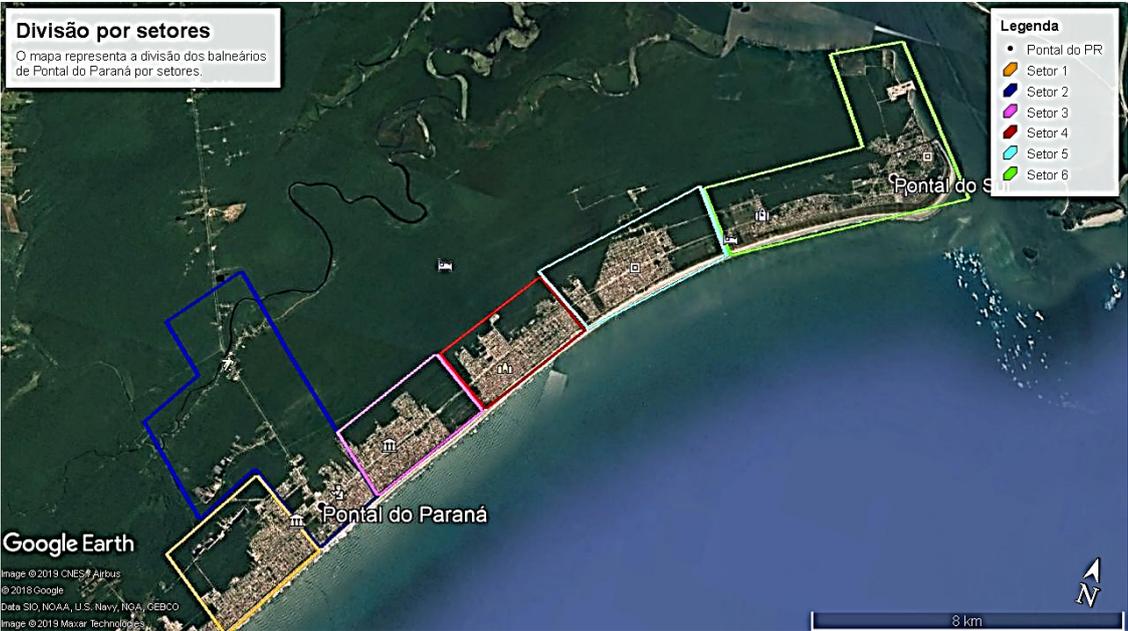


Figura 2 - Divisão dos balneários do município de Pontal do Paraná, litoral do Estado do Paraná, por setores para aplicação do *checklist*.

Fonte – Adaptado do Google Earth.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se durante as visitas in situ acondicionamentos inadequado dos resíduos na maioria dos estabelecimentos avaliados (Figura 3), o que pode colocar em risco à saúde pública. O litoral paranaense tem registrado diversos casos de dengue, Zica vírus e chikungunya, e os resíduos sólidos são focos importantes quando se considera os aspectos epidemiológicos devido ao fato de poderem acondicionar água e, portanto, favorecer a proliferação de vetores disseminadores de doenças (SILVA & PRZYBYSZ, 2014).

A aplicação do *checklist* mostrou que, apesar de considerarem importante a separação dos resíduos, muitos estabelecimentos comerciais não o fazem. Dentre os principais balneários do município, os resultados mostraram que 53,49% dos estabelecimentos comerciais localizados no balneário de Praia de Leste separam seus resíduos gerados, seguido pelo balneário de Ipanema com 33,34%. Já o balneário de Pontal do Sul separa somente 21,87%.



Figura 3 - Resíduos acondicionados de forma inadequada nos pontos comerciais município de Pontal do Paraná - PR.

Fonte: os autores.

Em relação a tipologia dos resíduos encontrados nas baixa e alta temporadas, observou-se que o plástico, papel e papelão são os que mais foram gerados nos balneários (Figuras 4 e 5), independente do período avaliado, sendo que os setores 2 e 4 foram os que mais geraram resíduos sólidos no município. Entretanto, os setores 1 e 6 não tiveram aumento substancial de geração no período de veraneio, como era inicialmente esperado.

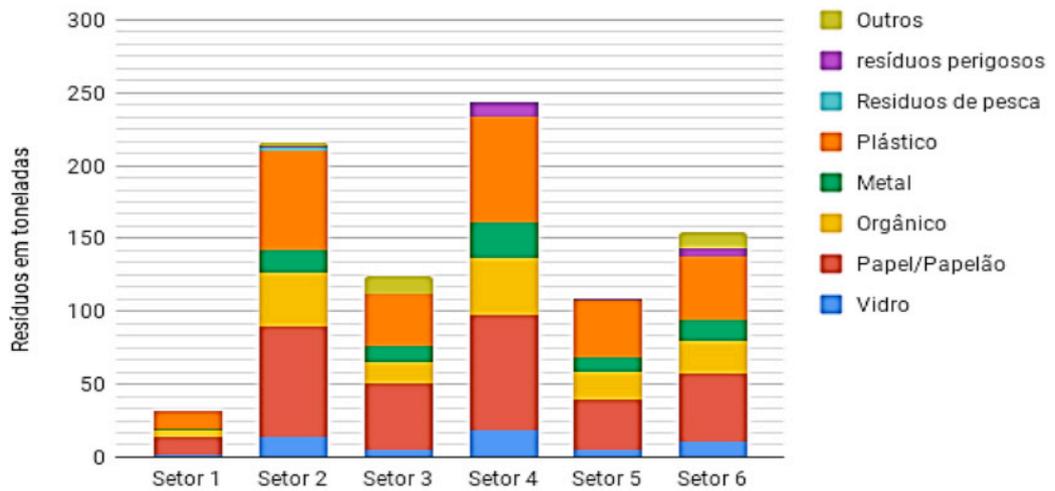


Figura 4 - Resíduos sólidos gerados na baixa temporada no município de Pontal do Paraná - PR.

Fonte: os autores.

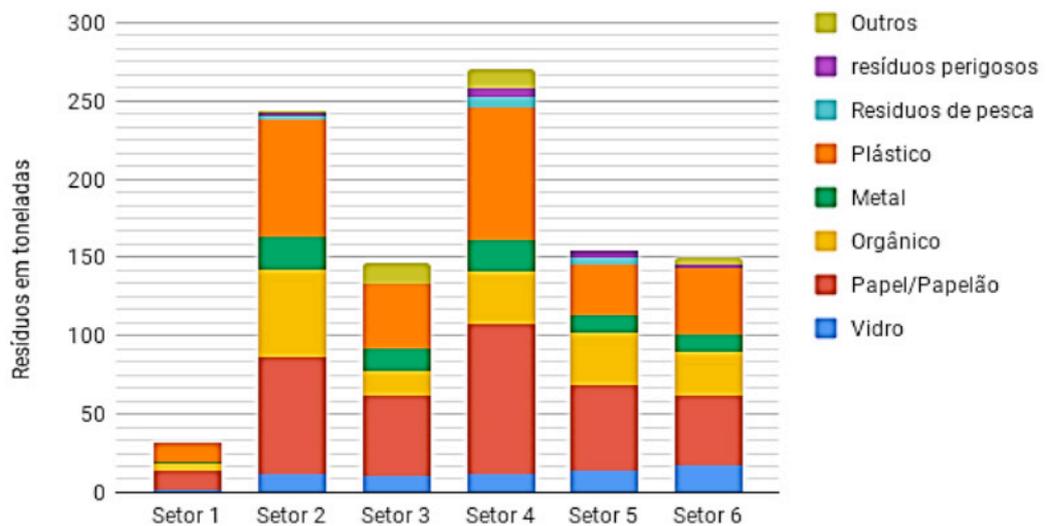


Figura 05 - Resíduos gerados na alta temporada no município de Pontal do Paraná - PR.

Fonte - Os autores.

Pontal do Paraná tem realizado a disposição dos seus resíduos sólidos domiciliares e comerciais através do Consórcio Intermunicipal para Aterros Sanitários (CIAS), juntamente com o seu município vizinho Matinhos. No entanto, o histórico do consórcio vem retratando problemas desde sua implantação, carecendo de planos de aplicação de ação conjunta no que concerne à gestão dos resíduos gerados pelos dois municípios e que são dispostos no aterro localizado em Pontal do Paraná.

A promotoria de justiça ajuizou uma ação civil pública contra as prefeituras das cidades em vista de irregularidades no CIAS. De acordo com o Ministério Público, os resíduos têm sido dispensados de forma irregular no aterro sanitário administrado pelo consórcio, colocando em risco à saúde pública e o meio ambiente, o que pode vir a contaminar o solo e os recursos hídricos, e que caracteriza descumprimento da legislação que regulamenta a destinação dos resíduos urbanos (Lei 12.305/2010).

O total de resíduos recebidos pelo aterro, dos dois municípios consorciados, nos meses de alta temporada de 2016-2017, contabilizados de dezembro de 2016 a fevereiro de 2017, foi de 15.476.700 kg. Já na baixa temporada de 2017, de março a novembro, foi de 18.854.278 kg. Observa-se que em um período de apenas três meses a quantidade de resíduos sólidos quase se equipara ao valor dos resíduos gerados durante a baixa temporada, de aproximadamente nove meses.

A grande representatividade dos resíduos recebidos de Matinhos e Pontal do Paraná durante a baixa e altas temporadas (Figuras 6 e 7, respectivamente) mostram que os municípios devem realizar uma melhor gestão de seus resíduos, para que ao serem recebidos no aterro haja um menor custo financeiro e ambiental para o seu manejo.

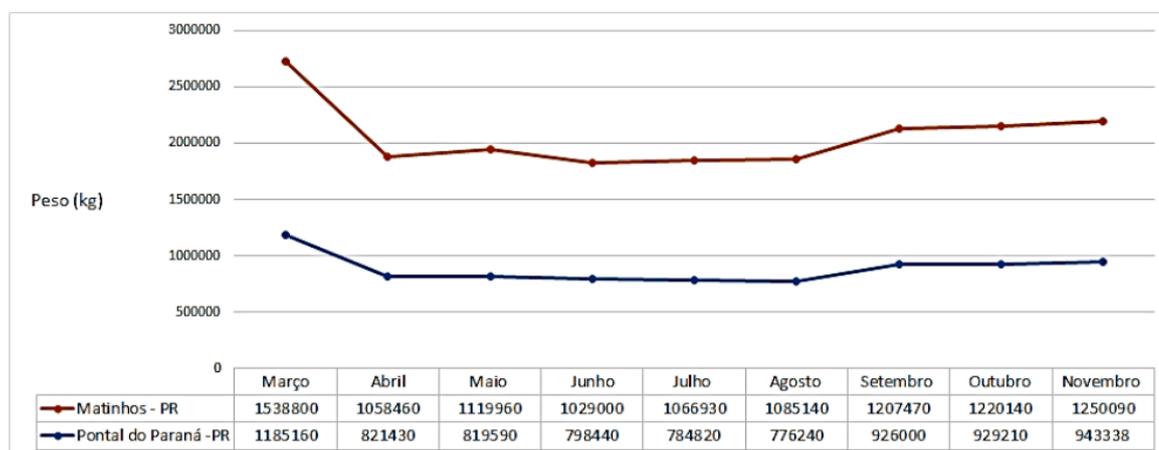


Figura 6 – Quantitativo da geração de resíduos sólidos pelos municípios de Matinhos e Pontal do Paraná na baixa temporada de 2017 dispostos no aterro sanitário.

Fonte - Consórcio Intermunicipal para Aterros Sanitários (CIAS, 2019).

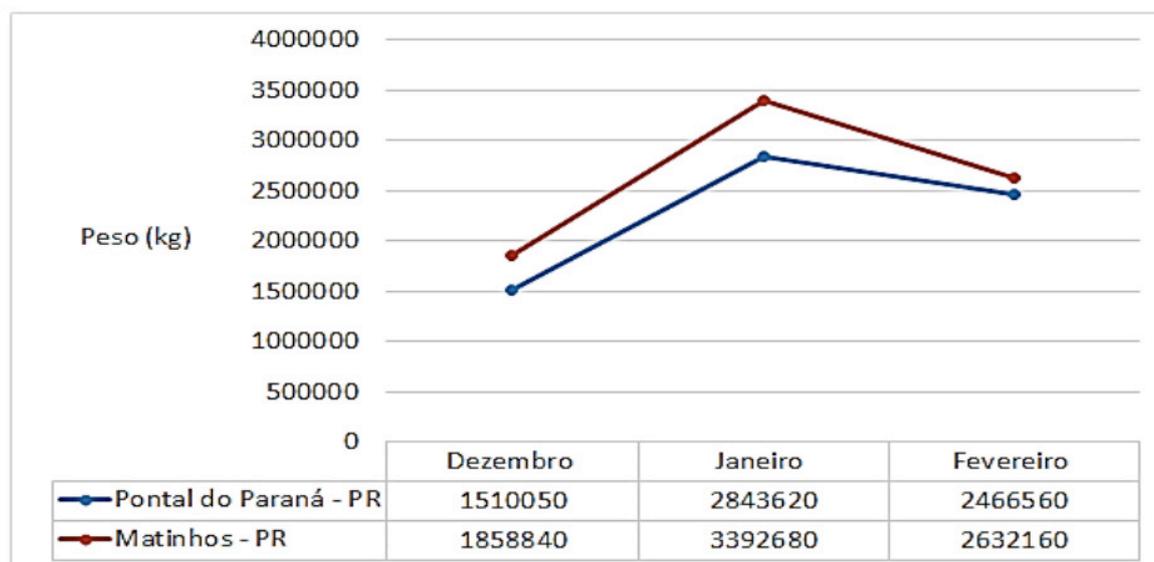


Figura 7 - Quantitativo da geração de resíduos sólidos pelos municípios de Matinhos e Pontal do Paraná na alta temporada de 2017 dispostos no aterro sanitário.

Fonte - Consórcio Intermunicipal para Aterros Sanitários (CIAS, 2019).

Um dos maiores problemas dos centros urbanos é a destinação final do lixo. A

coleta seletiva e a reciclagem de materiais estão entre as principais soluções para esse problema (VICENZI et al., 2019).

Os resultados sugerem não haver uma conscientização dos comerciantes na segregação dos resíduos sólidos. Uma das explicações pode ser de que muitos comerciantes somente abrem seus estabelecimentos no período de veraneio para aproveitar o fluxo intenso de turistas sem, no entanto, ter qualquer gestão ambiental em seu ponto comercial. A falta de separação dos resíduos na fonte causa um excesso de envio dos mesmos para o aterro sanitário, diminuindo a vida útil e aumentando os custos de manutenção da coleta e disposição final dos resíduos gerados pelos balneários (BETANIN e SILVA, 2016; STRAPAÇÃO et al., 2018).

A situação da gestão dos resíduos no município é preocupante, pois está previsto que a cidade de Pontal do Paraná está para receber um porto marítimo, o que deve aumentar consideravelmente a quantidade de resíduos sólidos do município, depreciando ainda mais o sistema atual de coleta e disposição no aterro que o atende.

Com este trabalho foi possível observar que Pontal do Paraná apresenta um modelo de gestão de seus resíduos sólidos inadequado e, embora a prefeitura possua um sistema de coleta de resíduos, inclusive os reciclados, poucos estabelecimentos segregam seus resíduos, provavelmente devido à falta de conscientização e educação ambiental dos moradores fixos e turistas.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora os resultados obtidos representem apenas uma parte do litoral paranaense, é possível observar que a região está longe de possuir um sistema otimizado de coleta seletiva e de disposição coerente com a quantidade de resíduos recicláveis gerados pela população. O planejamento inadequado nos municípios e o crescimento desordenado pode piorar e agravar a situação ambiental.

Apesar da prefeitura possuir um sistema de coleta de resíduos, inclusive os reciclados, poucos estabelecimentos segregam seus resíduos, provavelmente devido à falta de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) eficiente, pois em alguns pontos é alarmante a presença de resíduos espalhados em calçadas e em locais de passeio.

Recomenda-se com este trabalho uma ação mais efetiva do poder público de educação ambiental com seus estabelecimentos comerciais, pois os mesmos se mostraram receptivos, e até esperançosos, no que concerne a uma melhora de qualidade de vida para a população residente e turistas que visitam continuamente o município.

A continuidade deste projeto disponibilizará uma análise detalhada da atual

situação do manejo dos resíduos sólidos no litoral paranaense, o que servirá de embasamento para o poder público desenvolver estruturas de gerenciamento dos resíduos sólidos, atendendo os requisitos da legislação.

REFERÊNCIAS

- ABRELPE: Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2014.pdf>. Acesso em 25 mai. 2017. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004: **Resíduos Sólidos - Classificação**. Rio de Janeiro, 2004. 77p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10007: **Resíduos Sólidos - Amostragem**. Rio de Janeiro, 2004.
- BETANIN, E. I.; SILVA, C. A RECICLAGEM NO MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA-PR: CONSCIENTIZAÇÃO É POSSÍVEL. RCA. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 10, p. 45-54, 2016.
- BRASIL. Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010. **Regulamenta a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, 2010.
- BRASIL. Lei Federal nº 11.107/2005. **Dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos e dá outras providências**. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/l11107.htm>. Acesso: 30 mai. 2017.
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm#art55> . Acesso: em 30 mai. 2017.
- BRASIL. Lei Federal nº 11.445/2007. **Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e dá outras providências**. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>. Acesso: 30 mai. 2017.
- CADERNO ESTATÍSTICO: Município de Pontal do Paraná. Disponível em: <<http://www.ipardes.gov.br/cadernos/MontaCadPdf1.php?Municipio=83255>> Acesso em: 29 mai. 2017.
- CIAS. **Consórcio intermunicipal para aterro sanitário**. Disponível em: <<http://www.matinhos.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=97>>. Acesso: 02 nov. 2019.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução Nº313/2002 - Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais**. Brasília, 2002.
- CRUZ, M. do C. M. T. **Consórcios intermunicipais: uma alternativa de integração regional ascendente**. In: SPINK, P.; BAVA, S. C.; PAULICS, V. (Org.). Novos contornos da gestão local: conceitos em construção. São Paulo: Instituto Pólis e Programa Gestão Pública e Cidadania – EAESP/FGV, 2002.
- GONÇALVES, M.S. Gerenciamento de resíduos sólidos na Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Francisco Beltrão. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, p. 80, 2010.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Território e Ambiente**. 2010.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico**. 2018.
- HISATUGO, E.; MARÇAL JÚNIOR, O. Coleta seletiva e reciclagem como instrumentos para conservação ambiental: um estudo de caso em Uberlândia, MG. **Sociedade & Natureza**, v. 19, n. 2, 2007.

LIMA, J. D. de. **Gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil**. Paraíba: ABES, 2001.

LOVATO, P.; SILVA, C.A. Diagnóstico dos resíduos sólidos domiciliares no município de Rolândia - PR. RCA. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 8, p. 37-45, 2014.

PARANACIDADE. **Formas de organização da atividade comercial**. Disponível em: <festivaldeturismodascataratas.com>. Acesso: 02 nov. 2019.

PEIXOTO, J. B. **Manual de implantação de consórcios públicos de saneamento**. Brasília: FUNASA / ASSEMAE, 2008.

PHILLIPI JR., A.; AGUIAR, A. de O. Resíduos Sólidos: Características e Gerenciamento. In: PHILLIPI JR., A. (org.). **Saneamento, Saúde e Ambiente: Fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Manole, 2005.

RIBEIRO, H.; RIZPAH BESEN, G.. Panorama da coleta seletiva no Brasil: desafios e perspectivas a partir de três estudos de caso. **InterfacEHS-Revista de Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 2, n. 4, 2011.

SILVA, C; PRZYBYSZ, L. C. B. **Sistema de Gestão Ambiental**. 1. ed. Curitiba: Intersaberes, 2014. 180p.

STRAPAÇÃO, S.; CARDINALI, S.; SILVA, C.A. Análise da geração de resíduos sólidos domiciliares do município de campo magro - PR, Brasil. **Extensão em foco**, v. 18, p. 89-102, 2018.

VICENZI, D. ; SILVA, C ; FRANCA, R.G. Diagnóstico dos resíduos sólidos domiciliares da cidade de Guatambu-SC. **Revista Técnico Científica do CREA-PR** , v. 8, p. 1-21, 2019.

ANÁLISE DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE EM UM HOSPITAL DE PONTA GROSSA – PR

Data de aceite: 07/02/2020

Data de submissão: 04/11/2019

Carolina Kratsch Sgarbossa

Faculdade de Saúde Pública, Universidade de
São Paulo

São Paulo – SP

<http://lattes.cnpq.br/5276117170855555>

RESUMO: Os Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) representam uma pequena parcela de resíduos gerados no Brasil. Porém, necessitam de um manejo diferenciado devido ao potencial de risco que possuem para a saúde e meio ambiente. Em virtude disto, cada estabelecimento gerador é obrigado a implantar um Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS). Neste contexto, analisou-se o PGRSS de um hospital localizado em Ponta Grossa-PR, com a finalidade de verificar suas irregularidades e sua implementação. A pesquisa ocorreu por meio de visitas ao local, pesquisas bibliográficas e consultas ao PGRSS. Nas visitas foram observados os procedimentos em todas as etapas do gerenciamento e foram constatadas algumas inconsistências. Propôs-se a elaboração de um manual com o objetivo de orientar como proceder ao manejo dos RSS. Portanto, é conclusiva para esta pesquisa a importância da implantação adequada de um

PGRSS para qualquer estabelecimento de atenção à saúde.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos de Serviços de Saúde. Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde.

ANALYSIS OF WASTE MANAGEMENT OF HEALTH SERVICES IN A HOSPITAL OF PONTA GROSSA - PR

ABSTRACT: Solid Residues in Health Services (SRHS) represent a small parcel of the total solid waste generated in Brazil. However, it requires a different management because of the risk of potential having both as to the health of the environment. As a result, each SRHS generator establishment is required to implement a Plan of Health Services Waste Management (PHSWM). In this context, it analyzed the PHSWM of the one hospital located in Ponta Grossa - PR, in order to check irregularities in the implementation. The research occurred through site visits, as well as literature searches and queries to own PHSWM of the institution. During the visits, the procedures were observed at all stages of management and some inconsistencies were found. It was proposed the elaboration of a manual with the objective to guide how to proceed the handling of the SSR. Therefore, the importance of proper implementation of a PHSWM for any health care establishment is

conclusive for this research.

KEYWORDS: Solid Residues in Health Services. Plan of Health Services Waste Management.

1 | INTRODUÇÃO

A questão dos resíduos constitui-se em um problema para a administração pública das cidades, devido à grande variabilidade de produtos rejeitados, à sua composição muitas vezes tóxica, à difícil degradabilidade e à falta de áreas disponíveis para disposição. Além disso, o descarte inadequado, em lixões a céu aberto, vazadouros ou áreas irregulares de disposição, produz passivos ambientais, ocasionando riscos ao meio ambiente e à saúde pública. Neste contexto, encontramos um grupo de resíduos que merece muita atenção, do ponto de vista de saúde pública, que são os resíduos de serviços de saúde (RSS).

São aqueles gerados no atendimento à saúde humana e animal e, devido às suas características, requerem um manejo específico. Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) de 2008, 41,5% dos municípios brasileiros não realizam qualquer tipo de tratamento de RSS e a porcentagem de cidades brasileiras que os encaminha para lixões a céu aberto é de 61%. No ano de 2014, houve um crescimento de 5% nas quantidades de RSS, coletados pelos municípios brasileiros em relação ao ano de 2013. Este crescimento pode ser associado à elaboração e aplicação das legislações ambientais e de saúde, que delegam as responsabilidades pelo tratamento e destino final dos RSS aos seus geradores (ABRELPE, 2014).

A importância do gerenciamento adequado dos RSS é mensurada em razão do potencial de risco que representam para o trabalhador e para o meio ambiente, por meio da possibilidade de acidentes causados pelas falhas no acondicionamento e segregação e pela destinação inadequada e das características químicas, físicas e biológicas que possuem. Esses resíduos devem ser analisados sob o aspecto dos riscos de transmissão de doenças infecciosas, das consequências para a saúde do trabalhador e seu impacto nos recursos naturais (GARCIA; ZANETTI-RAMOS, 2004 apud RODRIGUES, 2008).

Além disso, estudos realizados pela Organização Mundial de Saúde (OMS) relatam que a média diária de RSS produzidos por unidade de saúde na América Latina varia de 1 a 4,5 kg por habitante. Este valor depende da complexidade e frequência dos serviços, da tecnologia empregada e da eficácia dos responsáveis (OLIVEIRA, 2013). Porém, este é um tipo de resíduo que dificilmente diminuirá, devido à geração contínua, pela necessidade da população em utilizar os serviços de saúde, bem como a predominância de materiais descartáveis a fim de atenuar as chances de contaminação biológica.

Tendo em vista a particularidade relacionada ao tema e as preocupações geradas com esta categoria de resíduo, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, no ano de 2004, publica a Resolução da Diretoria Colegiada nº 306, que “dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde” (BRASIL, 2004). Nesta resolução, também é reafirmada a obrigatoriedade da elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS), pelo órgão gerador - o que havia sido instituído anteriormente com a Resolução nº 283/01 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). No ano de 2005, este mesmo órgão publicou a resolução nº 358, que dispõe “sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências”.

De acordo com as resoluções citadas, os RSS são classificados em 5 grupos, de acordo com seu potencial de risco. O Grupo A reúne os resíduos passíveis de contaminação biológica e ainda são subdivididos em 5 subgrupos. Os resíduos do Grupo B são os que possuem riscos de contaminação química. O Grupo C compreende os resíduos radiológicos e o Grupo D os resíduos comuns, equiparados aos domésticos, como recicláveis e não recicláveis. O Grupo E corresponde aos perfuro cortantes ou escarificantes.

Este trabalho objetivou analisar a implantação do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde de um hospital localizado em Ponta Grossa, no Paraná, bem como verificar não conformidades e apresentar propostas para correta implementação do mesmo.

2 | METODOLOGIA

Para a realização do estudo, de abordagem qualitativa, foi utilizada a estratégia de estudo de caso. O estudo foi desenvolvido no Município de Ponta Grossa no Estado do Paraná. A escolha desta instituição ocorreu pela quantidade de atendimentos que proporciona - 350 atendimentos por dia - sendo o único hospital geral público de responsabilidade do município, caracterizado como de média complexidade, com atendimento contínuo de 24 horas por dia incluindo o plantão de sábados, domingos e feriados.

Foi necessário determinar os instrumentos de coleta de dados: estudo documental e observação assistemática. O estudo documental é uma fonte de coleta de dados, que representa uma técnica valiosa de abordagem dos dados qualitativos, seja completando as informações obtidas por outras técnicas, seja desvelando aspectos novos de um tema ou problema. A técnica da observação não estruturada ou assistemática consiste em recolher e registrar os fatos da realidade sem que o pesquisador utilize meios técnicos especiais ou precise fazer perguntas diretas

(LAKATOS; MARCONI, 2003).

Foram realizadas pesquisas bibliográficas, consulta e análise do PGRSS da instituição e visitas in loco. Durante as visitas foram observadas as seguintes situações: procedimentos dos trabalhadores no manuseio dos RSS, formas de acondicionamento, tipos de armazenamento e procedimentos de coleta e transporte. Estas informações foram comparadas com as informações descritas no PGRSS e com as dispostas na RDC nº 306 da ANVISA. Foram obtidos registros fotográficos.

2.1 Caracterização do local de estudo

O município de Ponta Grossa localiza-se no centro do estado do Paraná, como ilustra a Figura 1, distante 117 km da capital, caracteriza-se por possuir o maior parque industrial do interior do estado e é conhecida como a capital mundial da soja. Com uma população estimada de 337.865 habitantes, é conceituada a 46ª quarta cidade mais populosa do estado. Possui um IDH médio de 0,763, considerado alto, um PIB per capita de R\$ 21.839 e o grau de urbanização é de 97,79% (IPARDES, 2015).



Figura 1 - Macrolocalização do município

Fonte: Plano Diretor de Ponta Grossa, 2006.

O hospital possui 83 leitos, sendo 50 destinados ao cirúrgico, 22 para clínica geral, 3 para unidade de isolamento e 8 de UTI - Unidade de Terapia Intensiva - adulto. Presta atendimento dos tipos ambulatorial, internação, urgência e SADT - Serviço Auxiliar Diagnóstico e Terapia (CNES, 2015).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Geração

Os resíduos gerados no hospital são dos tipos infectantes, químicos, comuns e perfuro cortantes, pertencentes aos grupos A, B, D e E, respectivamente. No PGRSS é mencionada a quantidade de RSS gerada por setor, porém não informa a frequência (se é diária, semanal, mensal) e não consta a quantidade para alguns setores.

Segundo dados do PGRSS, do total de resíduos produzidos no hospital, 75,7% representam resíduos recicláveis, 11,4% são resíduos infectantes pertencentes ao grupo A4, 9,9% são resíduos comuns não recicláveis e 1,5% tanto para resíduos químicos quanto para perfuro cortantes. Porém, salienta-se que, como faltam dados para os resíduos dos grupos A4 e B, é possível que esses percentuais não retratem a situação real.

Constatou-se que o documento não contempla todos os setores do hospital, bem como não apresenta as quantidades geradas de determinados grupos. Ressalta-se que o plano não informa a frequência com que são produzidos estes resíduos, além de que alguns valores são questionáveis.

Por se tratar de um estabelecimento especializado no atendimento à saúde, supõe-se que os resíduos gerados em maior quantidade são os infectantes, devido ao contato com o paciente, porém, segundo o PGRSS, a maior parcela de resíduos gerados é reciclável. Constatou-se, também, que, neste quesito, o plano é bastante confuso, pois comenta sobre setores que não existem no Hospital, ou que possuem outra denominação.

3.2 Segregação, acondicionamento e armazenamento temporário

Em todos os leitos, postos de enfermagem, consultórios, salas de observação, sala de curativos e sala de esterilização foram encontradas 3 lixeiras com pedal, localizadas no chão, para resíduos infectantes, recicláveis e não recicláveis e 2 caixas coletoras de materiais, dispostas em cima das bancadas, para perfuro cortantes e químicos, todas devidamente identificadas. As lixeiras para infectantes possuem sacos branco leitoso, conforme recomenda a RDC nº 306/04, enquanto que as outras possuem sacos pretos.

As caixas coletoras de resíduos químicos e perfuro cortantes são amarelas, descartáveis e devem ser lacradas após atingir 2/3 da capacidade. Todas as caixas encontradas no hospital são de papelão. Nos expurgos, também conhecidos como área suja, foram encontrados os sacos fechados, sem ultrapassar 2/3 da capacidade e as caixas de perfuro cortantes e químicos lacradas. Todos os pavimentos possuem, pelo menos, 2 expurgos, diminuindo a distância a ser percorrida com os resíduos do local de geração até o armazenamento temporário.

Em alguns locais foram encontradas lixeiras com o pedal danificado, sendo necessário abri-las com as mãos, tendo contato direto com o saco plástico. Os sacos brancos e pretos, apesar de lacrados, estavam no expurgo acondicionados no chão. Além disso, não há diferenciação quanto aos resíduos comuns. Tanto os recicláveis como não recicláveis são acondicionados em sacos pretos, impossibilitando a identificação.

As irregularidades encontradas foram: caixa para perfuro cortantes que excedia sua capacidade, conforme a Figura 2, caixa para perfuro cortantes que possuía pedaços de algodão (Fig. 3), caixa destinada para resíduos químicos com frascos quebrados de medicamentos, caixa para resíduos químicos contendo seringas, agulhas e algodão, lixeira de resíduos recicláveis com fragmentos de gaze contaminada com sangue e lixeira para infectantes com presença de recicláveis, conforme Figura 4.



Figura 2 - Caixa acima da capacidade
Fonte: o autor, 2019.



Figura 3 – Algodão junto aos perfuro cortantes
Fonte: o autor, 2019.



Figura 4 – Recicláveis e infectantes
Fonte: o autor, 2019.

De acordo com a RDC nº 306/04, embalagens de medicamentos, como ampolas, são consideradas resíduos químicos, porém, se estiverem quebrados são classificados como perfuro cortantes. Na caixa para perfuro cortantes, devem conter apenas estes materiais, como agulhas e seringas, portanto, itens como algodão e gaze devem ser acondicionados em sacos branco leitoso, pois são resíduos infectantes. Além disso, embalagens plásticas no geral, quando não estão contaminadas e não são provenientes dos leitos de isolamento, devem ser dispostas nos resíduos recicláveis.

3.3 Armazenamento e coleta

A coleta interna é feita duas vezes ao dia por funcionários da zeladoria, durante o período diurno, através de carro de coleta específico. Verificou-se que, em todas

as visitas realizadas, os funcionários utilizavam corretamente os EPI adequados à atividade.

Os carros de coleta interna são constituídos de material rígido, lavável e impermeável, com cantos arredondados, dotados de rodas do tipo giratório de borracha maciça e tampa articulada ao próprio corpo do equipamento, com volume máximo de 100 litros e com tampa articulada.

Os resíduos que foram acondicionados no expurgo são encaminhados para o abrigo externo. Durante as visitas não foram verificadas irregularidades quanto à coleta interna, exceto quanto ao estado do veículo coletor, que não possui identificação, possui algumas partes quebradas e, aparentemente não está em um bom estado de conservação, conforme Figura 5.



Figura 5 – Veículo coletor

Fonte: o autor, 2016.

Os abrigos externos para infectantes e recicláveis localizam-se no pátio interno do hospital, portanto, os veículos coletores desses resíduos se direcionam até as proximidades dos abrigos. Para os resíduos recicláveis foram destinados ao todo 6 abrigos e para infectantes apenas 2. Todos possuem portas e são constituídos de materiais laváveis (Fig. 6), como orienta a RDC nº 306/04, porém não há identificação em nenhum deles. Todos os resíduos são coletados por empresas especializadas.



Figura 6 – Abrigo para infectantes

Fonte: o autor, 2016.

3.4 Tratamento e disposição final

Os resíduos infectantes (A4) e perfuro cortantes (E) passam pelo tratamento através da autoclave antes de serem encaminhados para o Aterro do Botuquara. Os perfuro cortantes passam, ainda, por um processo de descaracterização. Os processos de autoclavagem e descaracterização não ocorrem nas dependências do hospital. São serviços terceirizados de incumbência de uma empresa que é a responsável também pelos resíduos domésticos, serviços de varrição e operação do aterro do município.

Os resíduos do grupo B são destinados à incineração por responsabilidade de uma empresa sediada em Curitiba que trata resíduos de saúde e industriais. Os resíduos compostos por termômetros quebrados, lâmpadas fluorescentes, tintas e solventes são recolhidos pelo caminhão compactador e destinados ao Aterro do Botuquara. Os resíduos do grupo D não recicláveis também são destinados ao aterro municipal.

Os resíduos químicos que são destinados ao aterro municipal são contaminantes e perigosos ao meio ambiente e à saúde por possuírem mercúrio na sua constituição. Portanto, deveriam ser destinados a empresas que realizam o tratamento destes materiais.

3.5 Aterro do botuquara

O Aterro do Botuquara é o local de destinação final de resíduos do município há pelo menos duas décadas. Até a metade da década de 90, a área era um lixão a céu aberto. Em 2001, houve a readequação do sistema, transformando-o em um aterro

controlado, até que em 2005 foi construída a primeira célula sanitária.

Porém, apesar de medidas para mitigar os impactos ambientais já terem sido tomadas, o Aterro do Botuquara é um passivo ambiental significativo no município, pois os impactos causados nos anos anteriores não foram mitigados suficientemente (PONTA GROSSA, 2013). Embora tenha havido a readequação de lixão em aterro sanitário, considera-se que este não é um local adequado para a destinação de resíduos, mesmo aqueles do grupo E que são descaracterizados, restando apenas o rejeito.

4 | CONCLUSÕES

O Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde do hospital foi revisado no ano de 2015, portanto os dados que constam nele estão atualizados. O documento foi elaborado pelos próprios funcionários da instituição, predominantemente enfermeiros. As preocupações com o gerenciamento dos RSS tiveram como foco à prevenção de acidentes pelos funcionários da zeladoria e também, com o cumprimento da legislação. De um modo geral, percebe-se que o PGRSS foi implantado apenas devido à sua obrigatoriedade e que os riscos ao meio ambiente foram ignorados.

As principais não conformidades encontradas são relacionadas à segregação, atividade que é exercida, principalmente, por profissionais de enfermagem, ilustrando a deficiência de treinamento e capacitação. Verificou-se, também, que a questão dos resíduos químicos precisa ser revista, porque estes resíduos não podem ser encaminhados ao aterro. Portanto, sugere-se que sejam contatadas empresas especializadas na reciclagem e descontaminação destes materiais.

Recomenda-se a construção de um manual de como proceder ao gerenciamento correto dos RSS. Esta cartilha tem por objetivo orientar de forma didática os colaboradores e visitantes do hospital. Recomenda-se, ainda, que tal manual seja elaborado por uma equipe multidisciplinar, composta por profissionais da saúde e de meio ambiente. De um modo geral, pode-se dizer que o PGRSS contempla todas as etapas do gerenciamento, com a necessidade de serem feitas algumas modificações.

Com este estudo, constatou-se a importância da efetiva aplicação do PGRSS nos estabelecimentos de atenção à saúde. A implantação de um PGRSS contribui com a redução de resíduos gerados, diminui os riscos de contaminação tanto para pacientes quanto para colaboradores, prevê o tratamento e disposição final para todos os resíduos, contribui com a reciclagem favorecendo cooperativas locais e, com a destinação correta, evita que tanto os resíduos infectantes quanto os recicláveis sejam dispostos diretamente no aterro, impedindo que haja a contaminação do solo e dos recursos hídricos.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. São Paulo, 2014.

BRASIL. ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução da diretoria colegiada – RDC nº 306**, de 7 de dezembro de 2004. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/10d6dd00474597439fb6df3fbc4c6735/RDC+N%C2%BA+306,+DE+7+DE+DEZEMBRO+DE+2004.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso em: 02 abr. 2015.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. **Resolução CONAMA nº 358**, de 29 de abril de 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=462>>. Acesso em: 02 abr. 2015.

CADASTRO NACIONAL DE ESTABELECIMENTOS DE SAÚDE. Disponível em: <<http://cnes.datasus.gov.br>>. Acesso em: ago. 2015.

IPARDES. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Caderno estatístico do município de Ponta Grossa**. Disponível em: <<http://www.ipardes.gov.br/cadernos/MontaCadPdf1.php?Municipio=84000>>. Acesso em: 02 set. 2015.

LAKATOS, Eva Maria. MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2003.

OLIVEIRA, Carla Raquel Dall’Agnese Reolon. **Gestão de resíduos de serviços de saúde**: avaliação dos procedimentos adotados no hospital da cidade de Guaporé-RS. HOLOS, v.2, p. 251-260, mai 2013. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/download/886/674>>. Acesso em: ago. 2015.

PONTA GROSSA. Prefeitura Municipal. **Plano de gestão integrada de resíduos sólidos**. Ponta Grossa, 2013.

RODRIGUES, Mariana Baptista Frederico. **Gerenciamento de resíduos de serviços odontológicos**: análise comparativa entre a realidade nacional e internacional. Trabalho de conclusão de curso (especialização) – Escola de Saúde do Exército, Programa de Pós-Graduação em Aplicações Complementares às Ciências Militares. Rio de Janeiro, 2008.

DESENVOLVIMENTO URBANO DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO E AS SUAS CONSEQUÊNCIAS NA BAÍA DE GUANABARA

Data de aceite: 07/02/2020

Luiz Affonso de Paula Junior

Mestre em Ecoturismo e Conservação pela
Universidade Federal do Estado do Rio de
Janeiro(UNIRIO)

Rio de Janeiro, RJ, Brasil

luizaffonso1002@yahoo.com.br

Roberta Luísa Barbosa Leal

Pós-Graduada em Docência do Ensino Superior
pela Universidade Anhanguera

Rio de Janeiro, RJ, Brasil

robertableal@gmail.com

Clarissa Moschiar Fontelles

Mestre em Engenharia de Materiais e de
Processos Químicos e Metalúrgicos pela
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
(PUC-Rio)

Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Professor da UNIGAMA

clarissafontelles@gmail.com

Marcelo de Jesus Rodrigues da Nóbrega

Pós-Doutor em Engenharia pela Universidade do
Estado do Rio de Janeiro (UERJ)

Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Professor Associado do CEFET-RJ

Professor da UNIGAMA

Professor da Universidade Santa Úrsula

engmarcelocefet@terra.com.br

RESUMO: A Baía de Guanabara é um dos ecossistemas tropicais mais eutrofizados do mundo. Por isso, o presente estudo teve como objetivo realizar um levantamento histórico do desenvolvimento urbano da cidade do Rio de Janeiro e as suas implicações na qualidade ambiental da Baía de Guanabara. A partir de uma pesquisa de caráter bibliográfico, foi possível perceber que mesmo quando o contingente populacional ainda era reduzido, já eram gerados impactos ambientais no local. Estes impactos foram agravados com a formação de cidades no entorno da Baía, cujo crescimento populacional e ausência de sistemas de saneamento comprometiam as condições sanitárias e propiciavam o surgimento de epidemias. Nem mesmo os investimentos em saneamento aplicados na cidade do Rio de Janeiro nas últimas décadas foram capazes de alterar significativamente este cenário de degradação. Dessa maneira, o estudo permitiu concluir que o desenvolvimento urbano no Rio de Janeiro ocasionou impactos ambientais de altas proporções, especialmente nos corpos hídricos. Por isso, é necessário ressaltar que as ações para recuperação ambiental da Baía de Guanabara devem abranger os aspectos sociais, principalmente relacionados ao acesso à moradia e serviços de saneamento por toda a população.

PALAVRAS-CHAVE: Ambiente; Poluição;

URBAN DEVELOPMENT OF RIO DE JANEIRO CITY AND ITS CONSEQUENCES IN GUANABARA BAY

ABSTRACT: Guanabara Bay is one of the most eutrophic tropical ecosystems in the world. Therefore, this study aimed to conduct a historical survey of the urban development of Rio de Janeiro city, and its implications on the Guanabara Bay environmental quality. Using data from previous articles, we identify that even with the small population, there were many environmental impacts in the place. These impacts were aggravated by the cities formation around the Bay, whose population growth and lack of sanitation systems compromised sanitary conditions and led to the epidemics emergence. Even the sanitation investments applied in the Rio de Janeiro city in recent decades, have not been able to significantly alter this degradation scenario. Thus, the study concluded that urban development in Rio de Janeiro caused major environmental impacts, especially on water bodies. Therefore, it is necessary to emphasize that the actions for environmental recovery of Guanabara Bay should cover social aspects, mainly related to access to housing and sanitation services by the entire population.

KEYWORDS: Environment; Pollution; Sanitation.

1 | INTRODUÇÃO

A Baía de Guanabara, localizada no Estado do Rio de Janeiro, conta com uma área total de 384 km², sendo a segunda maior em extensão do litoral brasileiro. As altas densidades urbanas e populacionais de seu entorno, além das atividades industriais existentes, fazem com que a Baía seja destinatária de uma grande quantidade de efluentes não tratados.

Os primeiros registros da poluição local remontam ao século XVI, ligados principalmente à ocupação europeia na região (COELHO, 2007). Por isso, o entendimento dos processos que levaram ao estado de degradação atual e a percepção dos erros cometidos no passado, tornam-se importantes para o estabelecimento de políticas públicas que busquem a sua recuperação.

A Baía de Guanabara apresenta uma enorme importância não só no contexto local como também nacional. Isto porque, a sua bacia de drenagem abrange atualmente a segunda maior concentração populacional e o segundo maior polo industrial do país (VILLAC; TENENBAUM, 2010; AGUIAR; NETO; RANGEL, 2011). Esse grande número de indústrias faz com que a região seja importante do ponto de vista econômico, contribuindo assim para a elevação do Produto Interno Bruto brasileiro. Apesar de sua importância econômica, a bacia de drenagem da Baía de Guanabara apresenta baixos níveis de qualidade ambiental em boa parte de sua extensão. Alguns dos principais aspectos que levam a esse cenário são relacionados

à falta de planejamento urbano, a desigualdade social, a má utilização de recursos públicos, a ineficiência dos serviços básicos, entre outros (COELHO, 2007). Dessa forma, a crescente degradação de sua qualidade ambiental e também gera prejuízos nos âmbitos social e econômico (SOUZA *et al.*, 2014).

Levando-se em conta a importância econômica da região e os graves problemas sociais e ambientais enfrentados, o estudo dos fatores que culminaram na atual situação se faz necessário. Portanto, os conhecimentos adquiridos podem contribuir para uma maior otimização na aplicação de recursos, levando a uma maior sustentabilidade local, isto é, a uma interferência positiva nos aspectos econômico, ambiental e social (SOUZA *et al.*, 2014). Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo realizar um levantamento histórico do desenvolvimento urbano da cidade do Rio de Janeiro e as suas implicações na qualidade ambiental da Baía de Guanabara.

2 | DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

Para alcançar o objetivo proposto, o presente estudo utilizou como metodologia uma pesquisa de caráter bibliográfico, utilizando-se de livros, artigos e estudos apresentados em eventos científicos acerca do tema.

Foram localizados os marcos importantes do desenvolvimento da cidade do Rio de Janeiro, e analisados temporalmente em uma linha do tempo desde o ano de 1565 até os dias atuais. A linha está dividida em quatro diferentes partes, que abrangem os anos de 1565-1800; 1801-1900; 1901-1960; e 1961-2019.

Dessa maneira, o presente resumo busca contribuir para a valorização da história da região do entorno da Baía de Guanabara. Além disso, busca-se também alimentar a discussão de como a percepção e o entendimento de equívocos do passado podem contribuir para as ações no presente e para o planejamento futuro.

2.2 Resultados

Com a ocupação portuguesa na região da Baía de Guanabara, em 1565, as principais ações de degradação tiveram início, estando ligadas principalmente à produção de cal, corte de árvores de pau-brasil, pesca de baleias e aos engenhos de açúcar (SILVA, 2002; COSTA, 2014). O desenvolvimento dessas atividades levou a maiores proporções de poluição, tendo sido necessárias algumas medidas para mitigá-las, tais como a proibição de descarga de tripas e entranhas de baleias dentro da Baía, em 1619, a construção de uma vala de drenagem na atual rua Uruguaiana, em 1641, e de um cano de pedra e cal para drenar as águas para a (já extinta) praia

do Carmo, em 1646 (SILVA, 2002).

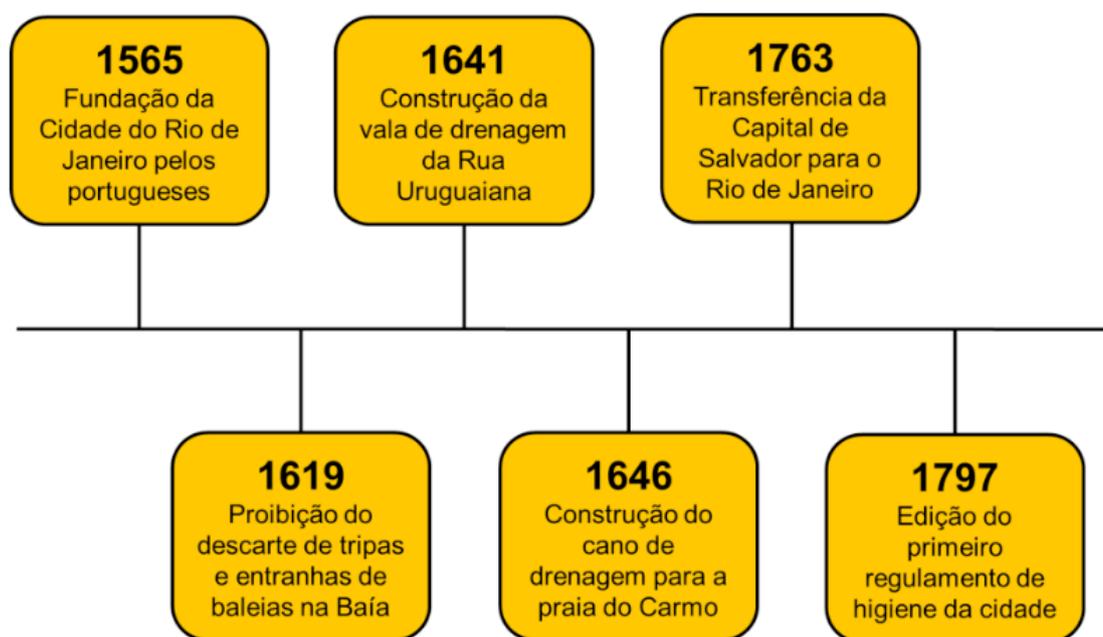


Figura 1: Linha do tempo de importantes marcos da urbanização e das questões sanitárias da cidade do Rio de Janeiro entre os anos de 1565 e 1800.

Fonte: O autor.

Ainda no século XVII, a Baía de Guanabara passou a exercer um importante papel de escoadouro de produtos, principalmente os minérios preciosos descobertos na região de Minas Gerais (LESSA, 2001). Com o crescimento da atividade mineradora, a dinâmica econômica do nordeste brasileiro passou para o sudeste, tornando necessário um melhor planejamento e melhoria da infraestrutura existente. Este cenário acabou favorecendo a transferência da capital administrativa da Colônia portuguesa de Salvador para o Rio de Janeiro no século seguinte (CARVALHO, 1996). Contudo, apesar do aumento da importância do Rio de Janeiro para o país, ainda era notória a precariedade da cidade quanto ao saneamento e abastecimento de água (COELHO, 2007).

Os hábitos da população contribuíam ainda mais para o agravamento da situação existente, visto que as águas servidas eram lançadas nas ruas e os dejetos humanos armazenados em barris, que quando estavam cheios, eram transportados por escravos para os locais de despejo mais próximos (SILVA, 2002; COMPANHIA ESTADUAL DE ÁGUAS E ESGOTOS - CEDAE, 2018). Essas condições sanitárias contribuíram para a propagação de doenças entre os moradores, o que levou à tomada de medidas de controle por parte do governo, como a edição do primeiro regulamento de higiene da cidade, em 1797 (COELHO, 2007).

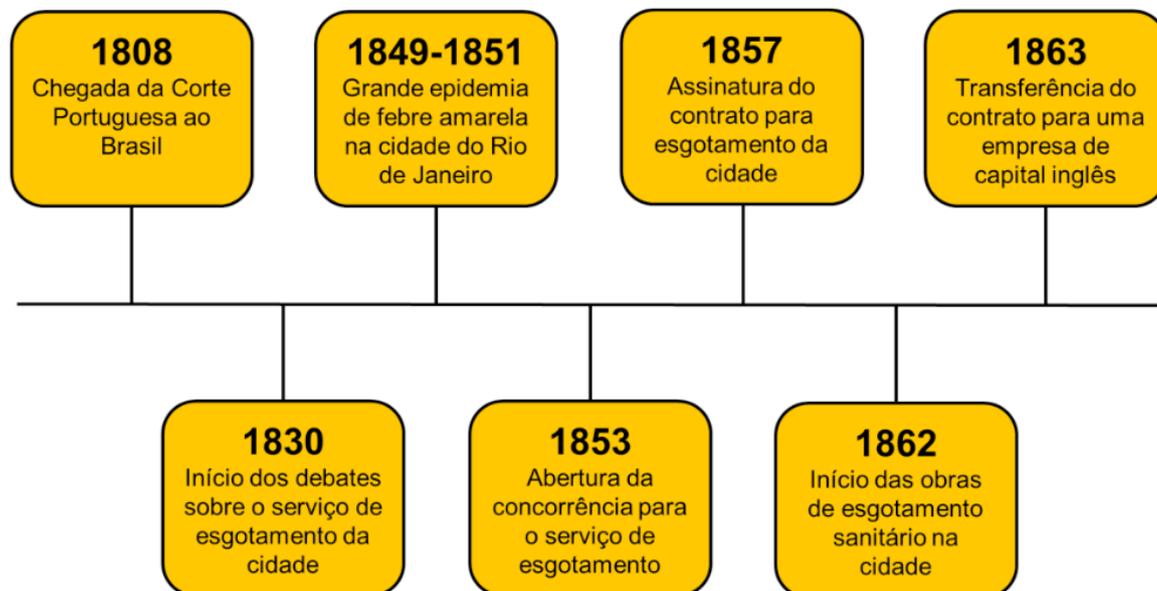


Figura 2: Linha do tempo de importantes marcos da urbanização e das questões sanitárias da cidade do Rio de Janeiro entre os anos de 1801 e 1900.

Fonte: O Autor.

Anos mais tarde, a chegada da corte portuguesa, em 1808, foi um ponto de mudança profunda da paisagem e dos hábitos cariocas (CANO, 2002). Neste momento, o Rio de Janeiro atravessava uma série de epidemias causadas, entre outros fatores, pela falta de limpeza das valas existentes. Para conter o problema, algumas medidas de limpeza foram empregadas, demonstrando assim, uma preocupação com as condições sanitárias oferecidas aos moradores e aos visitantes trazidos pelos navios. Isto porque, muitos navios optavam por não atracar no Porto do Rio por receio das doenças (MARQUES, 1995; COELHO, 2007; COSTA, 2014).

Entre os anos de 1830 e 1842, os problemas de saúde pública e o receio dos visitantes, fizeram com que tivessem início os primeiros debates técnicos e acadêmicos sobre o serviço de esgotamento do Rio de Janeiro. As intervenções higienistas iniciaram-se nos anos seguintes, sendo adotadas com maior vigor após o surgimento de uma epidemia de febre amarela na cidade do Rio de Janeiro entre 1849 e 1851 (SARTHOU, 1964). Com o fim da epidemia, surgiu o temor de sua volta, fazendo com que, em 1853, D. Pedro II, abrisse concorrência para a construção de um sistema de esgotamento sanitário no Rio de Janeiro. Duas propostas foram apresentadas, sendo a de João Frederico Russel e seu sócio, Lima Júnior, a escolhida. Em 1857, foi firmado o contrato com a dupla, sendo fixado o prazo de 18 meses para início das obras e 90 anos de concessão dos serviços (1857-1947). Após inúmeros adiamentos e justificativas, as obras tiveram início em junho de 1862. Poucos meses depois, em maio de 1863, o contrato foi transferido para a empresa de capital inglês *The Rio de Janeiro City Improvements Company* (conhecida popularmente como *City*) (MARQUES, 1995; COELHO, 2007).

Com a concessão, o Rio de Janeiro se tornou uma das primeiras cidades do mundo a possuir uma rede de esgotos. A expansão inicial da rede foi rápida, porém os serviços eram tidos como de baixa qualidade e havia uma insistência por parte da empresa em não realizar investimentos em manutenção. A importação de material de construção pelos ingleses também causava um certo desconforto, porque percebia-se nessa atitude um desprestígio à indústria brasileira. Por esse conjunto de aspectos, a *City* era constantemente atacada por meio da imprensa, que tachava seus serviços como ineficientes e extremamente caros (MARQUES, 1995; VARGAS, 2008).

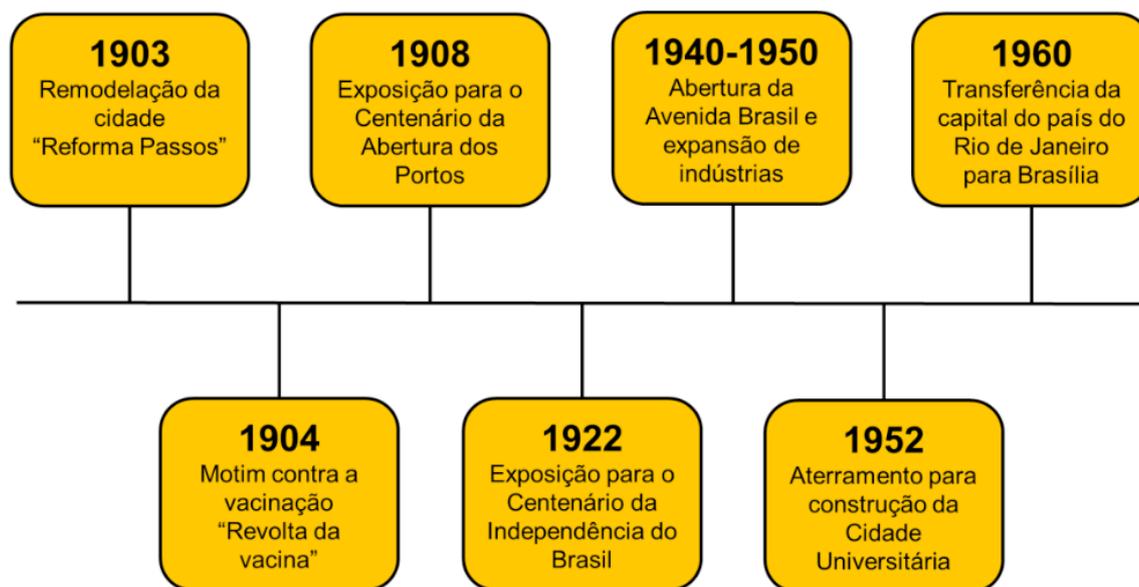


Figura 3: Linha do tempo de importantes marcos da urbanização e das questões sanitárias da cidade do Rio de Janeiro entre os anos de 1901 e 1960.

Fonte: O autor.

Após a implantação inicial do sistema de esgotamento da cidade, buscava-se também melhorar a imagem do Rio de Janeiro no contexto internacional. Para isso, foi posto em prática o Plano de 1903, popularmente conhecido como Reforma Passos. Esse plano buscava realizar a remodelação da cidade (COSTA, 2014). As obras de urbanização foram realizadas principalmente entre o Centro da cidade e o bairro de Botafogo, e por privilegiarem essas localidades, fizeram com que as fraturas espaciais e sociais da Baía de Guanabara se acentuassem (VARGAS, 2008; ANDREATTA, 2009). Em paralelo às obras realizadas, surgiu a obrigatoriedade de vacinação de toda a população carioca, como forma de prevenção às doenças que ainda assolavam a cidade. Essa iniciativa culminou em uma série de movimentos e manifestações contrários à medida, que ficaram conhecidos como a "Revolta da Vacina". Entretanto, após a população perceber a eficácia da vacinação, os movimentos perderam força (PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO, 2015).

Com a modernização da cidade e controle das epidemias, desejava-se mostrar o "novo Rio de Janeiro" ao mundo. Para isso, organizou-se uma grande exposição,

em 1908, para comemorar o Centenário da Abertura dos Portos. Essa exposição custou cerca de 1% do orçamento da União e para sua realização foram construídos grandes pavilhões no bairro da Urca (PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO, 2015). Percebendo os ganhos com relação à imagem da cidade por conta deste evento, em 1922, decidiu-se realizar outra exposição, sendo esta em comemoração ao Centenário da Independência do Brasil. Para a exposição de 1922, o Morro do Castelo, importante local da consolidação do povoamento do Rio de Janeiro pelos portugueses, foi demolido (ANDREATTA, 2009). Esses eventos foram fundamentais para a melhoria da imagem da cidade e também do país no cenário internacional, levando a desconstrução da ideia, até então vigente, do Rio de Janeiro como local insalubre.

O final da década de 1940 e o início da década de 1950, além de marcarem o término do contrato com a City, representaram também um processo de desenvolvimento urbano-industrial da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, impulsionado pela abertura da Avenida Brasil e pela expansão de indústrias químicas, farmacêuticas e de refinaria. Esses fatores levaram a uma alteração drástica nas condições ambientais da Baía de Guanabara (VARGAS, 2008; COSTA, 2014). Outra obra que também teve grande contribuição para a alteração das condições ambientais locais foi a construção da Cidade Universitária, que se encontra na Ilha do Fundão. Essa construção interligou por meio de aterros oito ilhas (Fundão, Bom Jesus, Sapucaia, Catalão, Cabras, Pindaí do França, Pindaí do Ferreira e Baiacu), diminuindo assim, a circulação de águas na região e, conseqüentemente, alterando as condições de balneabilidade das praias mais próximas (SARTHOU, 1964).

Nos anos 1960 ocorreram modificações não apenas com relação ao meio ambiente como também ao meio político, uma vez que houve a transferência do Governo Federal do Rio de Janeiro para Brasília, em 1960, fazendo com que a cidade passasse por um momento de crise e desorientação.

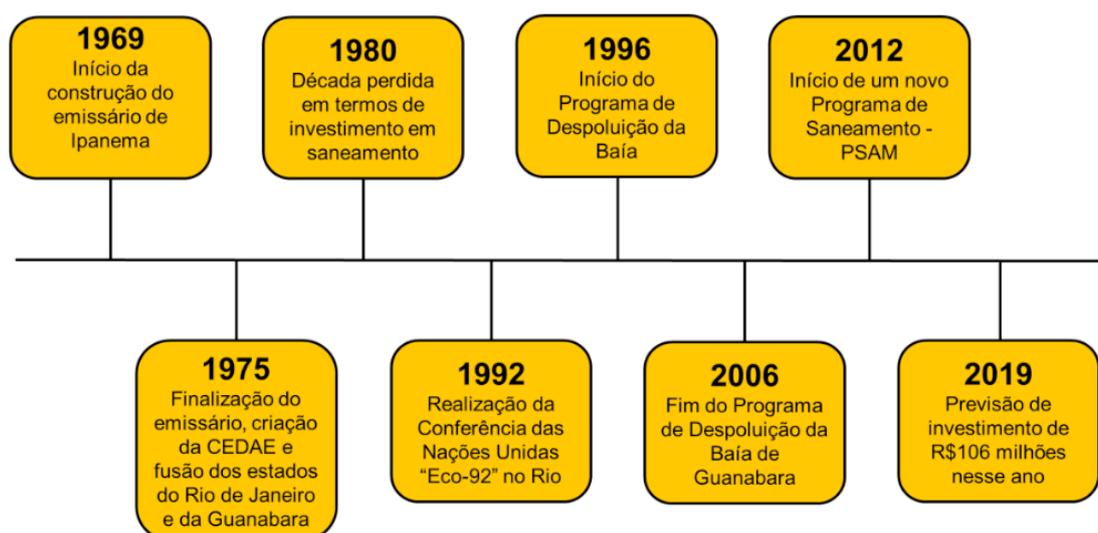


Figura 4: Linha do tempo de importantes marcos da urbanização e das questões sanitárias da cidade do Rio de Janeiro entre os anos de 1961 e 2019.

Fonte: O autor.

Em 1975, 15 anos após a transferência da sede de capital do país, houve a fusão dos estados da Guanabara e do Rio de Janeiro. Isso agravou ainda mais a condição financeira estatal, levando à escassez de recursos para os encargos assumidos. Neste mesmo ano, houve ainda a criação da Companhia Estadual de Águas e Esgotos (Cedae) e a conclusão do emissário submarino de Ipanema, cujas obras ocorriam desde o ano de 1969 (MARQUES, 1995; COELHO, 2007; CEDAE, 2018).

As incertezas políticas dos anos anteriores, o crescimento da dívida externa e os consequentes ajustes para o seu pagamento, fizeram com que nenhuma obra de maior vulto fosse executada na década de 1980, considerada a década perdida em termos de saneamento. Entretanto, na década seguinte grandes investimentos voltaram a ser realizados. Isto se deu por conta do Rio de Janeiro ter sediado a Conferência das Nações Unidas do ano de 1992. Como legado deste evento, buscou-se realizar um conjunto de iniciativas para melhoria das condições ambientais. Uma das iniciativas em que houve maior aporte financeiro foi o Programa de Despoluição da Baía de Guanabara – PDBG, assinado pelo Governo do Estado do Rio de Janeiro, em 1996. Este programa tinha por objetivos recuperar os ecossistemas no entorno da Baía e melhorar a qualidade dos rios que nela deságuam. Após dez anos, o PDBG teve seu fim em 2006, tendo gasto mais de 1,5 bilhões (COELHO, 2007, SOUZA *et al.*, 2014). O programa acabou não atendendo as expectativas criadas, tendo em vista a relação entre o volume de recursos investidos pelos agentes financiadores externos e a efetividade das ações realizadas (COSTA, 2014).

Seis anos após o fim do PDBG, em 2012, um novo programa foi apresentado, o Programa de Saneamento Ambiental dos Municípios do Entorno da Baía de Guanabara - PSAM, que previa gastos superiores a R\$ 1,13 bilhão em obras de esgotamento sanitário e em projetos de saneamento (SOUZA *et al.*, 2014). Além do PSAM, outros programas e obras também buscaram promover melhorias urbanas nos últimos anos, principalmente por conta da cidade do Rio de Janeiro ter sediado partidas da Copa do Mundo de Futebol, em 2014, e os Jogos Olímpicos, em 2016. Um dos projetos mais expressivos foi o “Projeto Porto Maravilha”, que revitalizou a Zona Portuária do Rio de Janeiro, propiciando o uso residencial, requalificando espaços públicos e criando novos espaços. Contudo, assim como no projeto de Pereira Passos, as ações concentraram-se apenas na cidade do Rio de Janeiro, acabando por agravar as desigualdades sociais entre os municípios do entorno da Baía de Guanabara (ANDREATTA, 2009; COSTA, 2014).

2.3 Discussão

Analisando o contexto histórico de ocupação do entorno da Baía de Guanabara,

torna-se possível perceber que mesmo no século XVI, quando o contingente populacional ainda era reduzido, já eram percebidos os primeiros impactos da poluição no local. Por isso, as primeiras legislações envolvendo o assunto já começavam a entrar em vigor, demonstrando assim a preocupação das autoridades desde aquele período (SILVA, 2002; COSTA, 2014). No entanto, a aplicação das leis, normas e decretos não foi suficiente para reduzir os impactos ambientais na região.

Somado à ineficiência da legislação e de sua aplicação, as cidades que se formavam no entorno da Baía não contavam com sistemas de saneamento, o que ainda hoje é observado em muitas comunidades cariocas e fluminenses. A inexistência de um serviço de saneamento comprometia as condições sanitárias locais e propiciava o surgimento de grandes epidemias (SILVA, 2002; COMPANHIA ESTADUAL DE ÁGUAS E ESGOTOS - CEDAE, 2018).

Assim como no início da ocupação da região hidrográfica da Baía, nos últimos anos, as precárias condições sanitárias de algumas localidades no Estado do Rio de Janeiro levaram a surtos de várias doenças, tais como: dengue, Zika e Chikungunya. Dessa forma, são revividos constantemente cenários de epidemias, principalmente no verão, que assolam a população desde os anos 1600.

Outro fator importante para a degradação atual da Baía de Guanabara foi o crescimento populacional exponencial da cidade do Rio de Janeiro e de outras cidades próximas, como Niterói e São Gonçalo. Esse crescimento não esteve acompanhado de um planejamento urbano adequado, fazendo com que a população fosse exposta à grandes dificuldades de acesso à moradia e serviços básicos. Essas dificuldades acabaram levando a um processo de favelização, exacerbaram as desigualdades sociais e causaram uma grande pressão ambiental sobre a Baía (VARGAS, 2008).

Nem mesmo os grandes eventos sediados na cidade do Rio de Janeiro nas últimas décadas (Jogos Pan-americanos – 2007, Jornada Mundial da Juventude - 2013, Copa do Mundo de Futebol Masculino - 2014, Jogos Olímpicos de Verão – 2016) foram capazes de alterar significativamente o cenário de degradação da Baía. Isto porque, os recursos foram focados na capital do Estado do Rio de Janeiro, deixando em segundo plano os demais municípios próximos e que possuem corpos hídricos que desagüam na Baía. Os investimentos privilegiaram as regiões mais abastadas da cidade e foram destinados principalmente para a construção de instalações esportivas.

Passado o momento de maior disponibilidade de verbas oriundas dos grandes eventos, a cidade do Rio de Janeiro e o Estado como um todo passam atravessam um momento de recessão orçamentária, fazendo com que a aplicação dos escassos recursos tenha que ser otimizada. Esta abordagem histórica demonstra que a destinação de recursos deve ser focada na ampliação, manutenção e melhoria dos sistemas de saneamento, assim como em investimentos sociais. Isto porque, os

investimentos nesses setores levam a economia de recursos nas áreas de saúde e meio ambiente, trazendo assim benefícios diretos e indiretos para essas diferentes áreas.

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ocupação europeia e o desenvolvimento das atividades econômicas na região da Baía de Guanabara no século XVI, fez com que fossem realizadas grandes modificações no ecossistema local. Já nesse período, eram percebidas as consequências dessas atividades, porém as medidas adotadas para contê-las não foram suficientes. O desenvolvimento urbano somado aos maus hábitos higiênicos da população propiciou o surgimento de uma série de epidemias ao longo dos três séculos seguintes. Nem mesmo a construção do sistema de esgotamento sanitário da cidade do Rio de Janeiro, na segunda metade do século XIX, foi capaz de alterar este cenário. No princípio do século XX, as obras lideradas por Pereira Passos e a vacinação obrigatória afastaram as epidemias, mas também contribuíram para acentuar as desigualdades sociais. Essa estruturação de planejamento da cidade sem maiores preocupações com os aspectos sociais se observa até os dias atuais, onde apesar de termos sediado grandes eventos esportivos, muito pouco foi feito para permitir maior acesso ao saneamento básico e, conseqüentemente, uma melhor qualidade de vida para as camadas mais pobres da população. A seleção de eventos não teve por objetivo esgotar o tema, haja visto que muitos outros marcos importantes poderiam ter sido adicionados. Ainda assim, a observação dos fatos do passado nos permite concluir que os aspectos sociais e ambientais não devem ser tratados de maneira separada e que, tratando-se da Baía de Guanabara, os investimentos em saneamento devem ser realizados de forma mais equânime entre os municípios que compõem a sua região hidrográfica, pois a poluição, independentemente de sua origem, acaba por afetar o ambiente como um todo.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, Valquiria Maria de Carvalho; NETO, José Antônio Baptista; RANGEL, Carlos Marclei. Eutrophication and hypoxia in four streams discharging in Guanabara Bay, RJ, Brazil, a case study. **Marine pollution bulletin**, v. 62, n. 8, p. 1915-1919, 2011.

ANDREATTA, Verena; CHIAVARI, Maria Pace; REGO, Helena. O Rio de Janeiro e a sua orla: história, projetos e identidade carioca. **Coleção Estudos Cariocas**, n. 20091201, p. 1-16, 2009.

CANO, Wilson. Ensaio sobre a formação econômica regional do Brasil. **Editores Unicamp**, 2002.

CARVALHO, Anna Maria Fausto Monteiro. Baía de Guanabara: os itinerários da memória. **Revista USP**, n. 30, p. 156-169, 1996.

CEDAE - COMPANHIA ESTADUAL DE ÁGUAS E ESGOTOS. **A história do tratamento de esgoto no RJ**. Disponível em: <www.cedae.com.br/raiz/002010004.asp>. Acesso em: 27 de jul. 2019.

COELHO, Victor Monteiro Barbosa. Baía de Guanabara: uma história de agressão ambiental. **Casa da Palavra**, 2007.

COSTA, Maria Angélica Maciel. A metrópole e o estuário: pressões exercidas pelo Rio de Janeiro na Baía de Guanabara. **Anais do III Seminário Nacional sobre o tratamento de Áreas de Preservação Permanente em Meio Urbano e restrições ambientais ao parcelamento do solo**. Disponível em: <<http://anpur.org.br/app-urbana-2014/anais/ARQUIVOS/GT5-304-108-20140530181649.pdf>>. Acesso em: 03 jul. 2019.

LESSA, Carlos. O Rio de todos os Brasis: uma reflexão em busca de auto-estima. **Editora Record**, 2001.

MARQUES, Eduardo Cesar. Da higiene à construção da cidade: o Estado e o saneamento no Rio de Janeiro. **História, Ciências, Saúde–Manguinhos**, v. 2, n. 2, p. 51-67, 1995.

PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO. Rio de Janeiro: histórias concisas de uma cidade de 450 anos. Secretaria Municipal de Educação. **Rio de Janeiro: SME**, 2015

SARTHOU, Carlos. Passado e presente da Baía de Guanabara. **Livraria Freitas Bastos**, 1964.

SILVA, José Ribeiro. Os Esgotos do Rio de Janeiro: História do Sistema de Esgotos Sanitários da Cidade do Rio de Janeiro 1857-1997. **Rio de Janeiro: Corbã**, v. 1 e 2, 2002.

SOUZA, Luis Gabriel Rodrigues *et al.* O lixo, o esgoto na Baía de Guanabara e os programas de despoluição: a mídia versus os dados. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 10, n. 2, 2014.

VARGAS, Liliansa Angel. Baía de Guanabara: a origem de um belo e conturbado cartão postal do Rio de Janeiro, e um desafio para a educação ambiental. **REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 21, 2008.

VILLAC, M. C.; TENENBAUM, D. R. The phytoplankton of Guanabara Bay, Brazil: I. historical account of its biodiversity. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 2, p. 271-293, 2010.

IDENTIFICAÇÃO DOS RISCOS ENCONTRADOS NO LIXÃO DE MASSARANDUBA-PB

Data de aceite: 07/02/2020

Data de submissão: 23/12/2019

Vitória de Andrade Freire

Universidade Federal de Campina Grande,
Departamento de Engenharia Química
Campina Grande – Paraíba
<http://lattes.cnpq.br/6884779845218722>

André Miranda da Silva

Universidade Federal de Campina Grande,
Departamento de Engenharia Química
Campina Grande – Paraíba
<http://lattes.cnpq.br/9141354163812840>

Didiane Saraiva da Silva

Universidade Estadual da Paraíba, Departamento
de Química
Campina Grande – Paraíba
<http://lattes.cnpq.br/2495113024247226>

Edvanda de Andrade Freire

Universidade Federal de Campina Grande,
Departamento de Filosofia
Campina Grande – Paraíba
<http://lattes.cnpq.br/3469746047296890>

Lígia Maria Ribeiro Lima

Universidade Estadual da Paraíba, Departamento
de Engenharia Sanitária e Ambiental
Campina Grande – Paraíba
<http://lattes.cnpq.br/2234236872716926>

RESUMO: A disposição final dos resíduos

sólidos produzidos diariamente tornou-se um empecilho, sendo fonte geradora de diversos impactos ambientais, favorecendo a degradação ambiental. Neste contexto os resíduos sólidos oriundos do meio rural, urbano e industrial são comumente denominados de lixo, sendo que cada destino dependerá da sua classificação e composição. Esses resíduos são gerados diariamente pelo descarte de restos de alimentos, papéis, plásticos, vidros e metais. Neste contexto é necessário realizar uma análise preliminar de riscos e o *Checklist* com o intuito de prever o quanto os resíduos podem prejudicar o solo, a água e o ar, determinando assim os possíveis riscos. O objetivo deste trabalho foi identificar os danos ambientais diagnosticados por meio do conhecimento dos riscos apresentados no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos no lixão de Massaranduba-PB. Inicialmente foi elaborado um questionário para ser aplicado aos garis e catadores responsáveis pela coleta seletiva do lixão e da cooperativa de reciclagem do referido município. Após a primeira etapa, foram quantificados os dados acerca dos riscos desses materiais, os resultados obtidos por meio das respostas dos questionários comprovaram que os garis e os coletores não usavam todos os equipamentos de proteção individual, sendo expostos a riscos eventuais de trabalho. Foram realizadas palestras e debates para orientar os

trabalhadores a propósito das condições de trabalho dos mesmos e conscientização do uso dos equipamentos de proteção individual e coletivo, evitando assim os possíveis acidentes na coleta dos resíduos sólidos observados no ambiente estudado.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos sólidos, lixão de Massaranduba e riscos.

DIAGNOSIS OF ENVIRONMENTAL DAMAGE, RISKS AND DANGERS PRESENT IN THE MASSARANDUBA DUMP – PB

ABSTRACT: The final disposal of solid waste produced daily has become a hindrance, being a source of various environmental impacts, favoring environmental degradation. In this context, solid waste from rural, urban and industrial areas is commonly called garbage, and each destination will depend on its classification and composition. This waste is generated daily by the disposal of food waste, paper, plastics, glass and metals. In this context it is necessary to carry out a preliminary risk analysis and the Checklist in order to predict how much waste can harm soil, water and air, thus determining the possible risks. The objective of this work was to identify the environmental damage diagnosed by knowing the risks presented in the management of urban solid waste in the Massaranduba-PB dump. Initially, a questionnaire was prepared to be applied to the sweepers and pickers responsible for the selective collection of the dump and the recycling cooperative of the municipality. After the first stage, the data about the risks of these materials were quantified, the results obtained through the answers of the questionnaires proved that the swamps and collectors did not use all personal protective equipment, being exposed to eventual risks of work. Lectures and debates were held to guide workers on their working conditions and awareness of the use of personal and collective protective equipment, thus avoiding the possible accidents in the collection of solid waste observed in the studied environment.

KEYWORDS: Solid waste, Massaranduba dump and hazards.

1 | INTRODUÇÃO

O meio ambiente sofreu, por muito tempo, com a atividade predatória do homem que estimulado por sua ganância retirou de forma irresponsável, sem controle ou planejamento, muitas riquezas naturais. Até certo tempo atrás, não se pensava em preservar o meio ambiente para as gerações futuras, considerando-se muitas vezes que os recursos naturais seriam infinitos. Com o passar do tempo, a grande degradação e poluição ambiental causaram uma resposta catastrófica da natureza (NASCIMENTO, 2011).

A natureza trabalha em ciclos – “nada se perde, tudo se transforma”. Mas os seres humanos, pessoas racionais, cada vez mais estão destruindo e consumindo para suprir as suas necessidades. Animais, excrementos, folhas e todo tipo de material orgânico morto se decompõem com a ação de milhões de microrganismos decompositores, como bactérias, fungos, vermes e outros, disponibilizando os

nutrientes que vão alimentar outras formas de vida. No entanto, o homem resolveu criar artefatos não biodegradáveis, simplesmente em nome de um conforto aparente (BRAGA *et al.*, 2005). Essa criação de materiais biodegradáveis gerou uma grande quantidade de resíduos ao meio ambiente.

Os resíduos podem ser classificados como orgânico ou inorgânico, seja de origem doméstica ou agroindustrial, e vem crescendo nas últimas décadas em consequência do aumento da população e do consumo de matéria-prima específica para cada necessidade humana. Esse consumo exacerbado aumenta o montante de resíduos sólidos produzidos e conseqüentemente a degradação dos recursos naturais, o comprometimento da saúde pública e, também, o comprometimento da saúde e segurança dos colaboradores que manuseiam tais resíduos, pois os aspectos como toxicidade e questões ergonômicas conferem possíveis riscos aos trabalhadores.

Conforme Oliveira *et al.* (2018), os principais riscos nos quais o manipulador desses resíduos pode está exposto são: riscos químicos (poeira, névoa, gases, substâncias químicas tóxicas), riscos físicos (umidade, calor, frio, ruídos), riscos biológicos (animais transmissores de doenças), ergonômicos (levantamento de peso em excesso, correr atrás do caminhão) e os acidentes (atropelamento, quedas, cortes com materiais perfurocortantes). Diante do exposto, observa-se que nos dias atuais há uma necessidade de diagnóstico e acompanhamento da rotina dos catadores nos lixões ainda existentes nos municípios interioranos do Brasil. Situação vivenciada pela população da cidade de Massaranduba, diante dos possíveis danos existentes no lixão da cidade, a respeito da degradação ambiental.

De acordo com Oliveira e Galvão (2016), a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, deve adotar a coleta seletiva e a reciclagem como instrumentos chaves para a implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, além de ser fundamental para viabilizar a hierarquização no gerenciamento dos resíduos e a inclusão socioeconômica dos catadores.

Conforme a periculosidade desses materiais pode aplicar algumas metodologias para quantificar os riscos e perigos, aplicando assim a análise preliminar de riscos. De acordo com França *et al.* (2008) o objetivo da APR é definir os riscos e as medidas preventivas antes da fase operacional, utilizando como metodologia a revisão geral de aspectos de segurança, por meio de um formato padrão, levantando as causas e efeitos de cada risco, medidas e prevenção ou correção e categorização dos riscos.

Outro método simples e eficiente é a técnica de *Checklist* utilizada para diagnosticar quais os perigos existentes no lixão, a saúde pública e ao meio ambiente. Para Baccarini, (2001), o *Checklist* consiste em uma lista de itens, que vão sendo marcados como sim ou não, podendo ser utilizada por um membro da equipe em grupo ou em uma entrevista.

Portanto o desenvolvimento desta pesquisa tem como objetivo identificar as condições de trabalho do pessoal exposto diariamente aos resíduos sólidos envolvido na limpeza urbana no lixão e na cooperativa de reciclagem, utilizando a técnica de APR e *Checklist*.

2 | METODOLOGIA (OU MATERIAIS E MÉTODOS)

Este trabalho de pesquisa foi desenvolvido em cooperação com a Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), juntamente com o Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental do Centro de Ciências e Tecnologia (DESA/CCT). O estudo foi desenvolvido no município de Massaranduba, localizado no Estado da Paraíba. Para melhor quantificação de riscos do lixão da cidade de Massaranduba - PB foi adotada a técnica APR, que faz uso de tabelas com dados acerca dos riscos que o lixão pode oferecer a população, solo e água, conforme ilustrada na Tabela 1. E de acordo com França *et al* (2008) este método facilita a priorização das ações preventivas e corretivas e permite revisões nos projetos em tempo hábil, proporcionando maior segurança, avaliando qualitativamente a severidade e a frequência de ocorrência dos perigos identificados.

T.R	Ris	Cau	Cons.	Freq.	Sev.	N.R
-	-	-	-	-	-	-

Tabela 1. Parâmetros para avaliação das análises de riscos em lixão.

Legenda: T.R= Tipos de riscos, Ris.= Riscos, Cau. = Causa, Cons.= Consequência, Freq.= Frequência, Sev.= Severidade e N.R= Nível de Riscos.

Fonte: FARIAS (2011).

Nesta etapa a pesquisa seguiu duas fases: a primeira foi a aplicação de questionário aberto, contendo questões a respeito da manipulação adequada dos resíduos conforme a NR-6 e a NR-9. Nesta etapa aconteceu a quantificação, identificação e classificação dos tipos de resíduos sólidos que são depositados no lixão e ocorrências dos seus riscos. Na segunda etapa foi aplicado um questionário aos catadores de lixo da cidade, com o objetivo de verificar se o município atende a norma NR-6 (Norma que regulamenta o uso de equipamento de proteção individual).

Os resíduos são coletados no distrito de Santa Teresinha e Massaranduba sendo acomodados em caminhões com carroceria aberta para em seguida serem descartados no lixão próximo a cidade de Massaranduba.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Descarte no lixão

De acordo com os dados coletados nessa pesquisa foi possível identificar diversas situações que poderia acarretar graves transtornos ambientais. Nos registros fotográficos ilustrados na Figura 1 (a, b, c e d), respectivamente é possível observar as condições precárias de armazenamento do lixo.



Figura 1. Lixão municipal de Massaranduba-PB.

Conforme ilustrado na Figura 1 foi possível observar, por meio das imagens fotográficas do lixão do município de Massaranduba, a forma de descarte dos resíduos sólidos de um dos caminhões coletores e a heterogeneidade dos componentes sólidos, a presença de aves de rapinas (urubus), sacos contendo material já selecionado como: papel, ferro, plásticos e garrafa PET (Polietileno tereftalato). De acordo com a forma que os resíduos estão acondicionados não resta dúvida que este solo está contaminado, existindo a probabilidade de percolação do chorume para os copos aquáticos.

A disposição inadequada desses resíduos sólidos em lixões é considerada um crime desde 1998, de acordo com a lei ambiental nº 96.605/98. O artigo 54 prevê que causar poluição pelo lançamento de tais resíduos sólidos está infringindo à lei, cometendo assim crime ambiental. Os municípios com menos de 50 mil habitantes terão até 31 de julho de 2021, para se adequarem as novas regras contidas no PNRS (ABRELPE, 2019; BRASIL, 2010). O PNR que privilegia o PNE e incentiva as políticas educativas, tanto na orientação e ampla difusão de seus conceitos, quanto na capacitação de cada um dos segmentos da cadeia geradora e destinadora dos resíduos (PNRS, 2010).

3.2 Análise dos questionários

Na Figura 2 estão apresentados os perfis dos catalisadores do município de Massaranduba –PB conforme as repostas obtidas nos questionários aplicados.

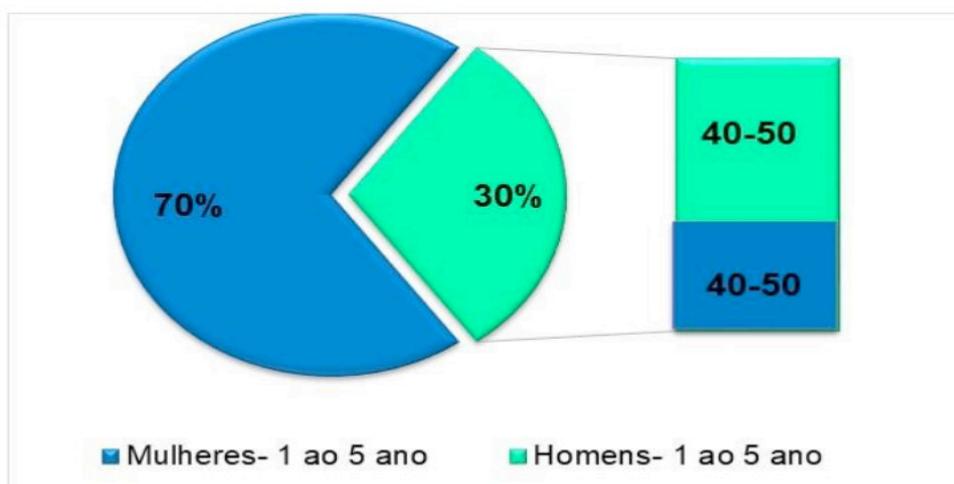


Figura 2. Dados referentes ao gênero, idade e escolaridade dos trabalhadores catadores de lixo do município de Massaranduba -PB.

Após a análise das respostas dos questionários aplicados, Figura 2, no total de 18 trabalhadores da limpeza urbana, 70% é composto de mulheres entre 40 e 50 anos de idade com o nível de escolaridade entre 1 ao 5º ano do ensino fundamental vigente. E os 30% restante são de homens com idades semelhantes às mulheres, porém, com escolaridade entre 1 e 5º ano do ensino fundamental. Esses catadores de lixo geralmente trabalham 4 horas diárias, incluindo o domingo, porém, apenas um total de 25% realiza a limpeza do local onde é realizada a feira pública.

Carvalho *et al.* (2016) identificaram, em sua pesquisa, a percepção dos coletores de lixo sobre os riscos ocupacionais e acidentes a que estão expostos durante o processo de trabalho. Os autores concluíram que os coletores de lixo entrevistados eram exclusivamente do sexo masculino (100%), com idades entre 18 e 24 anos (41,18%) e solteiros (52,94%), e que a maioria (35,30%) possuíam baixo nível de escolaridade, referindo-se apenas ao primeiro grau incompleto.

Estudos realizados com coletores dos municípios de Patrocínio - MG evidenciou que 45,5% dos entrevistados tinham idade entre 31 e 40 anos; em Dourados - MS e Fortaleza - CE, os coletores de lixo apresentaram idade entre 18 e 31 anos. No Japão, estudo feito com esses trabalhadores encontrou idade entre 24 e 60 anos, em que os sujeitos trabalhavam das 8 às 16 horas e tinham uma hora de intervalo para descanso (CARVALHO *et al.*, 2016).

Na Figura 3 visualiza-se a incidência de resposta quando os trabalhadores foram questionados a respeito do uso dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs).



Figura 3. Quais os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) que você utiliza diariamente?

Todos os envolvidos nessa pesquisa responderam que fazem uso de EPIs, entretanto seu material de trabalho nem sempre é fornecido pelos responsáveis pela coleta de lixo, sendo necessário adquirir as peças com recursos próprios. Ao avaliar os dados representados na Figura 3 foi possível observar que mais de 70% utilizam EPIs e menos de 30% não fazem uso desses equipamentos. Apesar dos números favoráveis a realidade, no entanto questionáveis, pois quando indagados quanto à incidência do uso de EPIs estes relataram apenas o uso diário de botas e calça, pois os demais itens não são fornecidos.

Conforme estudo realizado por Carvalho *et al.* (2016), no município de Jataí – GO, quanto à subcategoria relativa ao uso de Equipamentos de Proteção Individual, a pesquisa revelou que somente 5,9% dos coletores de lixo mencionaram a importância do uso do EPIs e sinalizaram que estavam utilizando o EPI no momento do seu acidente.

De acordo com a NR-6, inserida na normatização de Brasil (2014), o uso de EPI é importante, pois todo dispositivo ou produto de uso individual utilizado pelo trabalhador é destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho. [...] A empresa é obrigada a fornecer aos empregados, gratuitamente, EPIs adequados ao risco, em perfeito estado de conservação e funcionamento (BRASIL, 2014).

Na Figura 4 os garis e os responsáveis pela coleta seletiva dos resíduos sólidos urbanos foram entrevistados a respeito dos acidentes que poderiam acontecer durante a coleta e recepção dos resíduos, na usina de reciclagem e no lixão da cidade.



Figura 4. Qual o tipo de acidente que você já sofreu?

Na Figura 4 são apresentados os resultados referentes aos tipos de acidentes acometidos pelas pessoas responsáveis pela limpeza e seleção dos componentes de interesse para comercialização. Quando questionados a respeito dos acidentes, 90% dos entrevistados afirmaram que já sofreram algum tipo de acidente de natureza física, porém com nível de gravidade leve, já 10 % apontaram acidente de características químicas, pela liberação de gases devido à decomposição de restos de comidas, frutas e carnes.

O item mais questionável foi o cansaço e a exposição às intempéries, o peso dos carrinhos provocando cansaço estático e dinâmico, o descarte dos resíduos no lixão além da poeira e cheiro forte dos componentes em decomposição. Carvalho *et al.* (2016) constataram que 70,6% dos trabalhadores do lixão em Jataí - GO já sofreram algum tipo de acidente de trabalho relacionado aos materiais perfurocortantes durante o processo de coleta de lixo. Diante desse contexto, uma das formas de minimizar a probabilidade de acidentes com os materiais considerados perigosos pelos trabalhadores, poderia ser a coleta seletiva, que corresponde a uma alternativa fundamentada na separação do lixo reciclável (vidro, agulhas, latas e madeiras) do restante, o que diminui dessa forma o contato dos trabalhadores com esses materiais (VELOSO *et al.*, 1998).

3.3 Análise preliminar de riscos (APR)

Os valores descritos na Tabela 1 servirão como base para a quantificação e identificação dos riscos, por meio da análise preliminar de riscos.

Clas.	Riscos	Causa	Cons.	FREQ.	SEV.	N.R
Fís.	Vibrações e ruídos	Compactação do lixo, buzina e falta de reflexos	Irritação, cefaleias, doenças respiratórias	2	3	Crítico
	Calor, frio e radiações	Movimentos repetidos, exposição solar,	Cefaleias, taquicardia, resfriado e câncer	2	3	Crítico
	Seringas, vidro e ferro	Perfurações	Cortes e feridas	2	3	Crítico
QM.	Gases e fumaça	Decomposição de matéria orgânica	Doenças respiratórias, náuseas, vômitos	2	2	Marginal
	Chorume	Contaminação da água e solo	Percolação do chorume	2	3	Crítico
	Pilhas, tintas e defensivos agrícolas	Contaminação do ar, água e solo	Contaminação com metais pesados	3	3	Crítico
Bio.	Bactéria, fungos e parasitas	Fraldas descartáveis, curativos, papel higiênico	Doenças, Infectocontagiosa como: (tétano, cólera, hepatite)	2	3	Crítico
Erg.	Movimento estático e sacolas de pesos variados	Esforços físicos, postura inadequada e estresse	Tonturas, labirintite, dores musculares	2	2	Marginal

Tabela 1. Análise preliminar de riscos detectados no lixão de Massaranduba - PB.

Legenda: Clas= Classificação, Fis= Físico, QM= químico, Bio=Biológico e Erg. Ergonômicos.

Por meio do método de APR foi possível identificar os dados qualitativos e quantitativos dos riscos que os garis e os catadores da coleta seletiva encontrados no lixão e na cooperativa estão comumente expostos na separação e recepção dos resíduos sólidos urbanos. Na Tabela 1 são apresentados os grupos de riscos que auxiliaram na determinação das causas e consequências, frequência, severidade e o nível de risco. E a classificação dos resíduos em físicos, químicos e biológicos os quais serão abordados com ênfase nas observações feitas no lixão e na cooperativa de reciclagem.

O coeficiente de risco foi calculado multiplicando os graus de frequência e severidade, conforme descrito na Tabela 2, tornando possível classificar o nível dos riscos em duas categorias: crítica e marginal. De acordo com Farias, (2011) esta classificação de risco não requer correção imediata, porém deverá ser introduzido em ocasião cabível, pois necessita de mão de obra e recursos financeiros para realização de mudanças.

O risco físico foi classificado como crítico devido ao grande problema apresentado no lixão e as intempéries que os garis e catadores da coleta seletiva são expostos, tendo como consequência o surgimento de doenças de grau leve a

grave. Devido a quantidade de partículas que ficam soltas no ar quando o lixo é compactado, além das ruas que são varridas diariamente liberando poeiras e que são aspiradas causando assim, doenças respiratórias de caráter grave a gravíssima.

O risco químico é o mais grave, pois o chorume gerado devido à decomposição da matéria orgânica é considerado crítico. As pilhas, tintas e compostos organofosforados são extremamente perigosos ao meio ambiente e a saúde do homem. Já o risco biológico foi considerado crítico, principalmente na probabilidade de contaminação devido a proliferação de vetores e o processo de biossegurança deve ser assegurado conforme a NR-32. Essa norma trata da segurança no trabalho e no serviço de saúde, tem por objetivo instituir diretrizes básicas, para implementar medidas de proteção à segurança dos trabalhadores.

Os riscos considerados como ergonômicos, apesar de considerado marginal, devem ter uma atenção especial, pois representa grande transtorno a capacidade física dos garis e catadores, afetando principalmente a mobilidade de cada pessoa. Pois a coleta dos resíduos é feita de forma que é necessário grande esforço físico dos coletores que passam todo o tempo correndo atrás dos caminhões, toneladas de lixo são coletadas e arremessadas para o caminhão.

Em alguns lixões estão presentes pessoas que praticam a coleta seletiva, separam adequadamente os resíduos sólidos sendo classificados conforme suas constituições químicas: papel, metal e plásticos, que podem ser reaproveitados gerando assim uma fonte de renda para a população menos assistida financeiramente. Já as garrafas PET, latas de metais, vidros e polímeros termorrígidos e termofixos são enviadas para a cooperativa de reciclagem, onde deverá ser feita a separação por natureza química. Os resíduos domiciliares e dos tratos paisagísticos, como restos de comida, cascas de frutas e folhas da poda de árvores são utilizados na compostagem.

Segundo o trabalho desenvolvido por Abreu (2001) a composição do lixo gerado nos municípios possui em média 65 a 70% de matéria orgânica, 25 a 30% inorgânico (vidros, papel, plásticos e metais) e 5% de resíduos biologicamente agressivos ao meio ambiente e a saúde do homem. Os riscos estão ligados as atividades, pois onde há trabalho há riscos e o que vai determinar o nível de risco é a sua exposição. Na coleta e seleção dos resíduos o contato é indispensável e inevitável.

Gabriel *et al.* (2015) citam alguns transtornos acometidos pelo garis e pelos catadores, tais como: ataque de animais, radiações solares, variações de temperatura, umidade, ruídos provocados pelos carros nas ruas e o acondicionamento precário do lixo sujeitando o coletor a cortes e/ou ferimentos ocasionados pela presença de objetos perfuro cortantes. Não podendo esquecer-se da imprudência do próprio colaborador, que por sua vez na tentativa de atingir metas que podem ser atrapalhadas pelas adversidades do ambiente, coloca-se a exposição de mais riscos.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados dos questionários demonstraram que no município de Massaranduba – PB, os garis utilizam EPIs na coleta do lixo, mas apenas botas e luvas, os demais itens não são fornecidos pela empresa, os catadores do lixão não fazem uso de EPIs e na cooperativa a situação é semelhante.

No estudo da análise preliminar de riscos foi possível observar que o grau de médio risco foi considerado crítico, porém reversível, e que será necessário tomar decisões adequadas dentro do PNRS e desenvolver um gerenciamento adequado. No *Checklist* foram quantificados os perigos do lixão e da cooperativa, sendo classificados com uma magnitude média.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/noticias_detalle.cfm>. Acesso em 01 Novembro de 2019.

ABREU, M. F. **Do lixo a cidadania: estratégia para a ação**. Editora: Unicef. ISBN: sem, 80 p. Brasília, DF, 2001.

BACCARINI, D. **Risk Management Australian Style – Theory vs. Practice**. In: Project Management Institute Annual Seminars & Symposium. Tennessee, USA, 2001.

BRASIL, Lei nº. 12.305: estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos, 2010.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR6: **Equipamentos de proteção individual**. Manual de Legislação Atlas, 73ª Edição. São Paulo, SP, 2014.

BRAGA, B. **Introdução à Engenharia Ambiental**. ed.2 São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

CARVALHO, D. L.; LIMA, A. V. **Metodologias para avaliação de impactos ambientais de aproveitamentos hidrelétricos**. XVI Encontro Nacional dos Geógrafos. Porto Alegre, RS, 2010.

FARIA, M. T. **Apostila de gerenciamento de riscos**. Paraná: Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2011.

FRANÇA, S. L. B; TOZE, M. A; QUELHAS, O. L. G. **A gestão de pessoas como contribuição à implantação da gestão de riscos**. O caso da indústria da construção civil. **Revista Produção**, v. 8, n. 4, 2008.

GABRIEL, D.A; FERREIRA, R.M; COLCERNIANI, B.D.L; ANDRÉ, M; CAMEJO, D.A; SOARES, A.L. **Riscos Ocupacionais em Atividade de Coleta de Resíduos Sólidos**. **Engineering and Science**, v.1, ed.3, 2015.

LACERDA, L.D, MALM, O. **Contaminação por mercúrio em ecossistemas aquáticos: uma análise das áreas críticas**. **Estud. Av**, v.22, n.63, p. 173-190, 2008.

NASCIMENTO, L.C, SOUZA, D.V, NETO, B. M. **Degradação ambiental: uma visão da problemática do lixo no município de Araçagi- PB**. Anais XVI Encontro Nacional de geógrafos. Porto Alegre, 2010.

OLIVEIRA, A. P. S; ZANDONADI, F, B; CASTRO, J, M. **Avaliação dos riscos ocupacionais entre trabalhadores da coleta de resíduos sólidos domiciliares da cidade de Sinop – MT – um estudo de caso**. Disponível em: <<http://www.segurancanotrabalho.eng.br/artigos/ressol.pdf>>. Acesso em 01 Nov. 2019.

OLIVEIRA, T. B; GALVÃO, J. A. C. **Planejamento municipal na gestão dos resíduos sólidos urbanos e na organização da coleta seletiva**. Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 21, n. 1, p. 55-64, 2016.

VELLOSO, M. P.; VALADARES, J. C.; SANTOS, E. M. **A coleta de lixo domiciliar na cidade do Rio de Janeiro: um estudo de caso baseado na percepção do trabalhador**. Ciência Saúde Coletiva (1998). Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo>>. Acesso em 01 Nov. de 2019.

DESINFECÇÃO DE ESGOTO SANITÁRIO PROVENIENTE DE TANQUE SÉPTICO COM RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA

Data de aceite: 07/02/2020

Data de submissão: 21/10/2019

Joseane Sarmento Lazarotto

Engenheira Ambiental e Sanitarista (UFSM),
mestranda de Engenharia Química; Departamento
de Engenharia Química (UFSM).
Santa Maria - RS.

Link para acessar o Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6165900692541530>

Raphael Corrêa Medeiros

Engenheiro Ambiental (UFV), mestre, doutor
e pós-doutor em Engenharia Hidráulica e
Saneamento (USP - São Carlos). Professor
Adjunto da Universidade Federal de Santa Maria -
campus Frederico Westphalen; Departamento de
Engenharia e Tecnologia Ambiental.

Frederico Westphalen - RS.

Link para acessar o Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2977594460581447>

Fernanda Volpatto

Química (UPF) com mestrado em Química pela
Universidade Federal de Santa Maria.
Frederico Westphalen - RS.

Link para acessar o Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5306436314128202>

Siara Silvestri

Química Licenciada (UEPG), mestre em
Engenharia e Ciência de Materiais (UEPG),
doutora em Química Inorgânica (UFSC), pós-
doutoranda em Engenharia Ambiental pela
Universidade Federal de Santa Maria.

Santa Maria – RS.

Link para acessar o Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0252646900260147>

RESUMO: Inúmeras Estações de Tratamento de Esgoto são dimensionadas prioritariamente para a remoção de material orgânico (DBO e DQO). O tratamento biológico secundário não é capaz de eliminar de forma eficiente micro-organismos indicadores e patogênicos e, portanto, necessitam de unidades específicas para a desinfecção, a qual se torna barreira imprescindível para redução de risco à saúde pública. Neste contexto, o uso da radiação ultravioleta pode ser uma ótima alternativa, uma vez que a mesma apresenta uma alta efetividade na inativação de uma gama de microrganismos. O presente trabalho objetivou estudar o uso da radiação ultravioleta como desinfetante alternativo, a partir de quatro doses diferentes, 1; 2,5; 5 e 10 Wh.m⁻³, em esgoto doméstico previamente tratado por processo anaeróbio. Verificou-se que a inativação de coliformes totais e *Escherichia coli* esteve diretamente relacionada à dose aplicada, sendo que as doses de 5 e 10 Wh.m⁻³, apresentaram melhor eficiência.

PALAVRAS-CHAVE: Radiação Ultravioleta; Efluente doméstico; Desinfecção.

DESINFECTION OF SANITARY SEWAGE FROM SEPTIC TANK WITH ULTRAVIOLET RADIATION

ABSTRACT: Innumerous sewage treatment

plants are mainly dimensioned for the removal of organic material (BOD and COD). Secondary biological treatment not able to efficiently eliminate indicators and pathogenic microorganisms and therefore need specific units for disinfection, which becomes an indispensable barrier to reduce risk to Public health. In this context, ultraviolet can be a great alternative, since it has a high effectiveness in the inactivation of a range of microorganisms. The present work aimed to study the ultraviolet radiation as an alternative disinfectant, from four different doses, 1; 2,5; 5 and 10 Wh.m⁻³, in domestic sewage previously treated by anaerobic process. It was verified that the inactivation of total coliforms and *Escherichia coli* was directly related to the applied dose, and the doses of 5 and 10 Wh.m⁻³ showed better efficiency.

KEYWORDS: Ultraviolet radiation; Domestic effluent; disinfection.

1 | INTRODUÇÃO

As estações de Tratamento de Águas Residuais têm como objetivo inicial fazer a exclusão de cargas orgânicas, sólidos, nitrogênio e fósforo, com uma menor atenção as características microbiológicas (KOKKINOS et al., 2015). Porém, elevadas concentrações de organismos causadores de doenças em efluentes, mesmo no pós-tratamento, acentua a necessidade de se realizar uma desinfecção do mesmo, antes de seu descarte em corpos receptores ou para reutilizações futuras (ANTONIADIS et al., 2007; ZHOU et al., 2016).

O cloro é sem dúvida o desinfetante mais utilizado no tratamento de águas residuais, devido a diversos motivos quando comparado com outros produtos empregados, sendo algumas de suas vantagens: o excelente custo benefício, efeito residual duradouro, grande eficiência juntamente com uma aplicação facilitada. Em contrapartida o seu emprego pode vir a gerar alguns subprodutos tóxicos, devido a uma reação com a matéria orgânica/inorgânica (KRASNER, et. al, 2006). É possível constatar, através da pesquisa, que os subprodutos organoclorados necessitam de técnicas de controle para que não causem danos tanto ao ser humano quanto aos animais que vivem no meio aquático (ZHOU et al., 2016).

Uma das técnicas de desinfecção que está sendo amplamente utilizada em contexto mundial é a de radiação ultravioleta (UV). A principal vantagem em utilizar essa forma de desinfecção quando comparada a outras é que a radiação UV é encontrada na radiação solar, que é uma fonte natural e gratuita de energia (GONÇALVES et al., 2003). Além disso, a radiação UV apresenta uma alta efetividade na inativação de inúmeros vírus, esporos e cistos, possui também as características de desinfetante físico, o que facilita a utilização quanto à aplicação (manipulação, transporte ou armazenamento de produtos), e ainda não gera resíduos que podem vir a causar um desequilíbrio na saúde tanto dos seres humanos quanto nos animais de habitat aquático (USEPA, 1999).

É através de uma descarga elétrica por vapor de mercúrio que a radiação UV é gerada por uma lâmpada. Essa radiação ultravioleta não pode ser detectada pelo olho humano, sendo devido às colisões entre elétrons e átomos de mercúrio que promove a formação do que chamamos de radiação UV. À medida que essas ondas colidem com o elemento fósforo liberam energia na faixa da radiação visível, em forma de luz, sendo esta possível de ser observada. Dessa forma ocorre a excitação dos átomos de alguns elementos através das descargas elétricas, que movimentam seus elétrons para orbitais de mais alta energia. Quando ocorre o retorno dos elétrons para os orbitais que apresentam um menor potencial energético, o excesso dessa energia pode ser liberado na forma de radiação na faixa ultravioleta do espectro eletromagnético. Essa radiação produzida é transferida na forma de energia eletromagnética para os componentes celulares. Essa energia atinge a parede celular de organismos patogênicos a qual é absorvida pelos ácidos nucleicos e em menor quantidade, por proteínas e moléculas biologicamente importantes (DANIEL e CAMPOS, 1992). A energia absorvida pode provocar o rompimento das ligações não saturadas, em especial as que possuem as bases nitrogenadas pirimídicas, acarretando em danos no DNA, o que acaba comprometendo a multiplicação do ácido nucleico com prejuízos significativos no metabolismo e na multiplicação celular (USEPA, 2003).

Diversos fatores têm influência na eficiência do processo de desinfecção pelo uso de irradiação ultravioleta, tais como: o revestimento e o desgaste da lâmpada, transparência da água, a concentração de microrganismos e de sólidos suspensos, e a densidade do fluído presente (GIESE e DARBY, 2000). Um dos fatores que mais interfere neste processo é a turbidez, a qual é causada por diferentes materiais suspensos, como por exemplo partículas pequenas (matéria orgânica), matéria fecal, e até coloides (partículas de argila). Esses materiais podem promover a absorção da radiação ultravioleta, acarretando em uma menor eficiência no processo de desinfecção. Outro fator que merece ser ressaltado, é que os coloides agem como esconderijo para os micro-organismos, protegendo-os da incidência da radiação (BURCH, 1998).

A energia específica utilizada para o controle total ou de forma parcial dos microrganismos depende das propriedades físico-químicas da água que será utilizada e também da resistência dos organismos presentes em relação à radiação UV (FAILLY, 1994 apud BURCH, 1998).

Devido ao exposto acima, a radiação UV vem sendo cada vez mais utilizada como uma forma alternativa de desinfecção, e o desenvolvimento de estudos se fazem importantes para melhor entendimento do processo.

2 | OBJETIVO

O trabalho teve o objetivo de realizar ensaios de desinfecção de efluente doméstico, proveniente do tanque séptico da casa do estudante da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) - campus de Frederico Westphalen, com o uso da radiação ultravioleta em diferentes tempos de exposição, a fim de verificar a inativação de coliformes totais e *Escherichia coli* e seus efeitos em algumas variáveis físico-químicas.

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras de efluente foram coletadas na casa do estudante da UFSM - campus de Frederico Westphalen durante o mês de Agosto de 2017, após o tratamento anaeróbio promovido pelo tanque séptico que trata o esgoto gerado por de 36 adultos, residentes em uma casa de estudantes universitários. Para cada ensaio, foram coletados aproximadamente 5 litros de efluente em um galão, previamente lavado e desinfetado. No momento de chegada ao laboratório, foram mensurados temperatura e pH do efluente coletado.

Os ensaios foram realizados em triplicata em unidade de bancada, em batelada. O reator utilizado para este experimento possui base de aço inox, com dimensões de 8,2 cm × 88,2 cm, onde foi inserida uma lâmpada de 30 W (Osram®) de baixa pressão de vapor de mercúrio. A lâmpada não entra em contato com o líquido. Os ensaios tiveram seguimento conforme descrito a seguir:

- Primeiramente, a lâmpada UV foi ligada por 10 minutos, antes de cada ensaio, para desinfetar a câmara de trabalho.

- Colocou-se o efluente a ser desinfetado (750 mL) – perfazendo 1,037 cm de lâmina de esgoto no fundo da câmara.

- A partir das leituras de absorvância a 254 nm do efluente a ser tratado, estipulou-se os tempos necessários para aplicação das doses de 1; 2,5; 5 e 10 Wh.m⁻³ de radiação.

Antes de cada ensaio foram obtidos os valores de absorvância do efluente, para realização do cálculo da Intensidade média de radiação (I_m), através da equação (1):

$$I_m = \frac{I_0}{a \cdot L} [1 - \exp(-a \cdot L)] \quad (1)$$

I_m : intensidade média de radiação UV na lâmina líquida de espessura L (mW.cm⁻²)

I_0 : Intensidade inicial de radiação UV incidente na superfície (mW.cm⁻²)

A: absorvância a 254 nm, cubeta de 1,0 cm

L: espessura da lâmina líquida ou caminho óptico (cm)

a: coeficiente de extinção (cm^{-1}), sendo $a = A \cdot \ln(10) = 2,303 \cdot A$

Com o valor de I_m , pode-se determinar o tempo de contato a partir das doses recebidas, de acordo com a equação (2). Foram utilizadas quatro doses de radiação: 1; 2,5; 5 e 10 $\text{Wh} \cdot \text{m}^{-3}$, com lâmina de esgoto de 1,037 cm.

$$D_r = \frac{I_m \cdot t}{L} \cdot 0,2778 \quad (2)$$

D_r : dose recebida por volume ($\text{Wh} \cdot \text{m}^{-3}$)

L: espessura da lâmina líquida (cm)

I_m : intensidade média de radiação na lâmina líquida de espessura L ($\text{mW} \cdot \text{cm}^{-2}$)

0,2778: fator de conversão de mW para W, s para h e cm para m.

Após cada dose de radiação UV, foram retiradas as alíquotas para realização de análises físico-químicas (pH, temperatura, DQO, DQO filtrada em filtro Whatman® de 8 μm de porosidade e turbidez) e microbiológicas (coliformes totais e *E. coli*) seguindo o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA et al., 2005).

A eficiência de inativação dos micro-organismos foi determinada pela fórmula: $E = -\log(N/N_0)$. Onde N_0 é número de micro-organismos presentes no esgoto antes da desinfecção e N, o número de micro-organismos após a desinfecção em um tempo "t".

A análise estatística foi executada através do software ANOVA®, e as diferenças significativas ($p < 0,05$) foram verificadas com o teste "t", utilizando o software Excel®. O intuito foi avaliar a influência da radiação UV e o tempo de contato na inativação dos micro-organismos, bem como verificar se eles apresentaram decaimento.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Algumas características físico-químicas do efluente proveniente do tanque séptico são apresentadas na tabela 1.

As análises físico-químicas foram realizadas antes da desinfecção e após cada dose aplicada de UV. A radiação UV não altera o valor dos parâmetros avaliados de forma significativa. O mesmo foi observado em estudos realizados por Monarca et al., (2000) e Souza (2000).

Parâmetro	Média ± Desvio padrão	
	A	B
pH	8,29 ± 0,13	8,30 ± 0,12

Temperatura (°C)	24,8 ± 0,66	24,64 ± 0,31
Turbidez (UNT)	206,33 ± 13,05	200,42 ± 15,26
DQO (mg.L ⁻¹)	615,61 ± 15,77	571,14 ± 15,89
DQOf (mg.L ⁻¹)	287,17 ± 34,29	279,04 ± 22,35

Tabela 1: Características físico-químicas do esgoto proveniente do tanque séptico. A: antes da aplicação da radiação UV, B: após aplicação da radiação UV.

Para os ensaios de desinfecção, a amostra foi mantida à agitação constante com auxílio de agitador magnético garantindo a distribuição uniforme da radiação. Ainda, a intensidade média foi traduzida através do tempo estimado conforme as quatro doses aplicadas de radiação previstas.

A turbidez é utilizada na avaliação do desempenho da desinfecção por radiação UV. Os sólidos em suspensão absorvem ou dispersam radiação UV e podem servir de proteção para microrganismos dispersos no líquido. A turbidez apresentada é considerada inadequada para a possível indicação de desinfecção por UV destes microrganismos aqui analisados, podendo de fato ter influenciado nos resultados obtidos. Souza et al., (2000) e Daniel (2001) indicam que para maior eficiência no tratamento de água por radiação UV, partículas que dificultam a incidência destes raios devem ser evitadas.

Ainda seguindo esta linha, Tinôco (2011) relata que sólidos influenciam negativamente na eficiência da radiação UV. Embora não tenha sido avaliado os sólidos totais, a turbidez é um parâmetro que demonstra de modo indireto este indicativo, que deve ser menor do que 30 mg.L⁻¹ para viabilizar a utilização de UV para o fim esperado.

Segundo Daniel (1993), a temperatura tem influência direta sobre a intensidade da radiação UV emitida pela lâmpada. Entretanto, para este parâmetro, as três coletas destinadas à análise de desinfecção com UV não apresentaram variações entre si, corroborando com Mounaouer et al., (2012) que demonstraram que apenas em temperaturas extremas (de 5 e 50 °C), os processos de tratamento com UV foram realmente afetados.

Ainda, percebe-se que as características do efluente quanto à qualidade físico-química não favoreceu a desinfecção pelo sistema de UV. Mesmo após filtrada, a média obtida para a concentração de DQO foi de 250 mg.L⁻¹, o que ainda representa números superiores ao indicado, que seria de 120 a 200 mg.L⁻¹, para este processo (SOUZA, 2000).

Na Figura 1, são apresentados os resultados de inativação de coliformes totais (C.T.) e bactérias *E. coli*, relacionadas em função da dose de radiação UV empregada em cada ensaio.

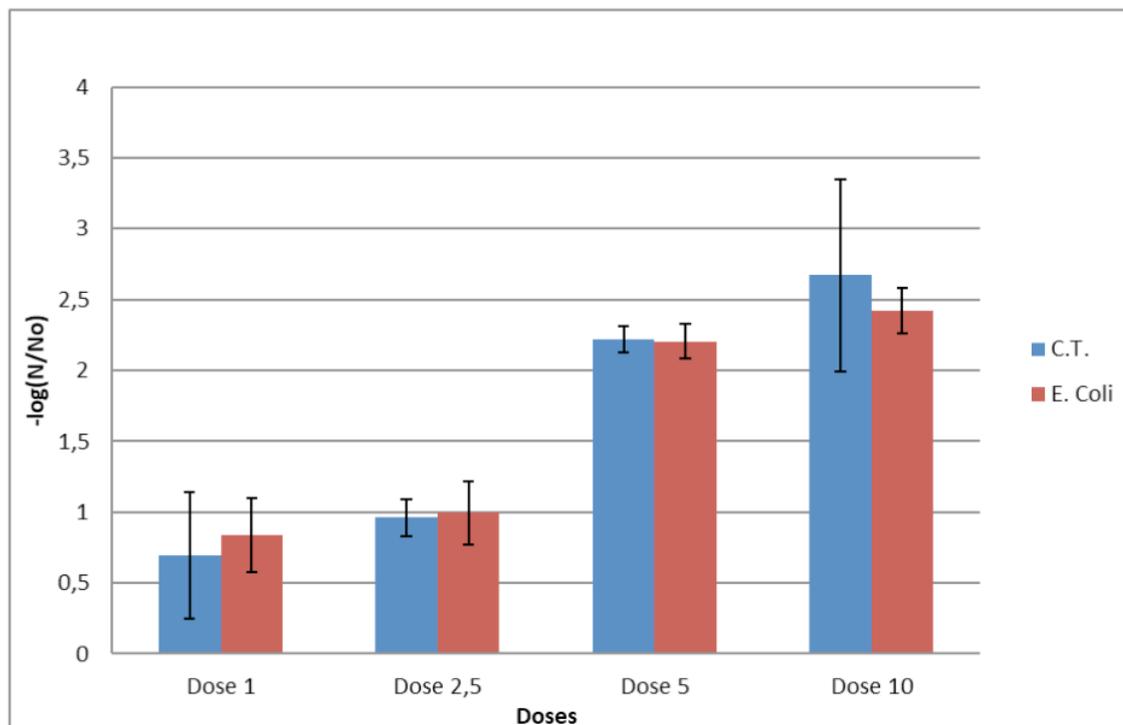


Figura 1 - Inativação de coliformes totais (CT) e *E. coli* em função das doses de radiação UV aplicadas (1; 2,5; 5 e 10 Wh.m⁻³).

As concentrações iniciais médias de coliformes totais (CT) nas amostras coletadas para utilização neste tratamento foram de $9,68 \times 10^6$ NMP/100mL, e o tratamento aplicado promoveu uma redução de aproximadamente 2 e 2,5 log na concentração final destes microrganismos, quando aplicadas as doses de 5 e 10 Wh.m⁻³, as quais não diferiram significativamente entre si, mas diferiram das menores doses analisadas ($p < 0,05$). As doses de radiação foram aplicadas durante um período de 14 segundos.

Na remoção de *E. coli*, a média dos valores iniciais do efluente eram de $6,33 \times 10^6$ NMP/100mL, havendo também uma redução de aproximadamente 2 log após a aplicação da radiação UV nas doses de 5 e 10 Wh.m⁻³. Avaliando desempenhos de sistema de desinfecção por radiação ultravioleta em escala real, Borges et al. (2002) encontraram resultados que comprovaram a viabilidade da utilização deste método, mesmo em composição de efluente que não favorece a desinfecção.

Entretanto, considerando que as radiações de UV aplicadas promoveram uma diminuição da concentração dos organismos indicadores (CT e *E. coli*), pode-se inferir que em efluente de melhor qualidade poderá haver eficiência ainda melhor nesta inativação. Aguiar (2002) ao utilizar esta radiação UV, em amostras contendo concentrações de 10^2 a 10^7 NMP/100mL de *E. coli*, obteve inativação completa após até 300 s de aplicação. Por sua vez, Bilotta et al. (2006), encontrou esta inativação em 120 s de aplicação e ressaltam, ainda, que as condições extremas de turbidez e DQO não foram um impedimento para aplicação do método. Sendo assim, podemos

considerar que o presente trabalho apresentou uma boa eficiência de inativação, uma vez que o tempo máximo utilizado foi de 14 s.

Uma discussão pertinente ao presente trabalho refere-se à natureza de ação da radiação UV. Como ela inativa os microrganismos por meio da absorção da radiação de alta energia, sua ação ocorre diretamente nas proteínas e nos ácidos nucléicos RNA e DNA, impedindo de se reproduzirem ou replicarem na sequencia temporal. Pode ocorrer, segundo Daniel (2001), a recuperação destes microrganismos, mediante uma dose considerada subletal de radiação UV.

Outro revés da aplicação da técnica é descrito por Aguiar (2002), onde relata a ineficiência da técnica na inativação de organismos que possuam dimensões que lhes proporcione um maior efeito protetivo pelas partículas dispersas na água ou, ainda, possuam maior resistência aos efeitos desta radiação. Desta forma, indicam a utilização de métodos combinados químicos e de radiação para obtenção de valores adequados à sanidade da água para o consumo humano.

5 | CONCLUSÃO

Neste trabalho foram aplicadas diferentes doses de radiação ultravioleta a um efluente pré-tratado anaerobicamente, resultante da casa do estudante universitário, a qual atende 36 alunos. Foram avaliados pH, temperatura, DQO, DBO, turbidez e eficiência de inativação de micro-organismos. Com maiores doses de radiação UV, obtiveram melhores resultados de inativação, porém as doses de 5 e 10 Wh.m⁻³ foram estatisticamente iguais. Durante o tempo de irradiação (14 s) houve uma redução de ~2 e 2,5 log na concentração final dos coliformes totais e *E. Coli*, mostrando-se um método eficaz no processo de desinfecção de efluentes previamente tratados biologicamente. Acredita-se que a aplicação desta técnica em efluentes com turbidez inferior a 30 mg.L⁻¹ apresente resultados superiores.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, A. M. S. **Avaliação do emprego da radiação ultravioleta na desinfecção de águas com cor e turbidez moderadas**. 2002. 111p. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.

ANTONIADIS, A., POULIOS, I., NIKOLAKAKI, E., MANTZAVINOS, D. **Sonochemical disinfection of municipal wastewater**. Journal of Hazardous Materials, v. 146, p. 492-495. 2007.

BURCH J.; THOMAS, K. **Water disinfection for developing countries and potential for solar thermal pasteurization**. Solar Energy, v. 64, n. 1-3, p. 87-97, 1998.

DANIEL, L. A. **Desinfecção de Esgotos com Radiação Ultravioleta: Fotorreativação e Obtenção de Parâmetros Cinéticos**. 1993. 164 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia

de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 1993.

DANIEL, L.A. (Coord). **Processos de Desinfecção e Desinfetantes Alternativos na Produção de Água Potável**. PROSAB. 1. ed. São Carlos, 2001. 139 p.

DANIEL, L. A., CAMPOS, J. R. **Fundamentos a aspectos de projetos de sistemas de desinfecção de esgoto sanitário com radiação ultravioleta**. Revista DAE – Sabesp, n.-163, p. 5-11. 1992.

GIESE, N., DARBY, J. **Sensitivity of organisms to different wavelengths of uv light: Implications on modeling of medium pressure uv systems**. Water Research, v. 34, n. 16, p. 4007-4013, 2000.

GONÇALVES, R. F., FILHO, B. C., CHERNICHARO, C. A. L., LAPOLLI, F. R., AISSE, M. M., PIVELI, R. P. **Desinfecção por radiação ultravioleta**. ABES - Rio de Janeiro, PROSAB 3, p.209-276. 2003.

KOKKINOS, P., MANDILARA, G., NIKOLAIDOU, A., VELEGRAKI, A., THEODORATOS, P., KAMPA, D., BLOUGOURA, A., CHRISTOPOULOU, A., SMETI, E., KAMIZOULIS, G., VANTARAKIS, A., MAVRIDOU, A. **Performance of three small-scale wastewater treatment plants. A challenge for possible reuse**. Environmental Science Pollution Research International, v. 22, p. 17744-17752. 2015.

KRASNER, S. W., WEINBERG, H. S., RICHARDSON, S. D., PASTOR, S. J., CHINN, R, SCLIMENTI, M. J., ONSTAD. G. D., THRUSTON, A. D. JR. **Occurrence of a new generation of disinfection byproducts**. Environmental Science and Technology. N. 40, v. 23, p. 7175-7185. 2006.

MOUNAOUER, B.; ABDENNACEUR, H. **Ultraviolet Radiation for Microorganism Inactivation in Wastewater**. Journal of Environmental Protection. v. 3, p. 194-202, 2012.

SOUZA, J. B.; SARTORI, L.; DANIEL, L. A. **Influência da cor e turbidez na desinfecção de águas de abastecimento utilizando-se cloro e radiação ultravioleta**. In: XXVII CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, p. 1-6 2000, Porto Alegre. 2000. Disponível em: < <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/tratagua/ii-039.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2019.

TINÔCO, J. D. **Desinfecção por radiação ultravioleta: estudo do desempenho do processo e avaliação econômica**. 2011. 229 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil na Área de Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

USEPA United States Environmental Protection Agency 1999. Wastewater Technology Fact Sheet Ultraviolet disinfection 7pp.

USEPA United States Environmental Protection Agency 2003. **Ultraviolet disinfection Guidance Manual**. p.478.

ZHOU, X., ZHAO, J., LI, Z., SONG, J., LI, X., YANG, X., WANG, D. **Enhancement effects of ultrasound on secondary wastewater effluent disinfection by sodium hypochlorite and disinfection by-products analysis**. Ultrasonics Sonochemistry, v.29, p. 60-66. 2016.

EFEITO DA ADIÇÃO DE ÁGUA AO LODO DE ESGOTO NA BIODIGESTÃO ANAERÓBICA EM BIODIGESTOR

Data de aceite: 07/02/2020

Ariane da Silva Bergossi

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Departamento de Engenharia Seropédica – RJ

Juliana Lobo Paes

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Departamento de Engenharia
Seropédica - Rio de Janeiro

Priscilla Tojado dos Santos

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Departamento de Engenharia
Seropédica – RJ

Romulo Cardoso Valadão

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Departamento de Engenharia
Seropédica – RJ

Maxmillian Alves de Oliveira Merlo

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Departamento de Engenharia
Seropédica – RJ

Guilherme Araujo Rocha

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Departamento de Engenharia
Seropédica – RJ

João Paulo Barreto Cunha

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Departamento de Engenharia
Seropédica – RJ

RESUMO: Objetivou-se com o presente trabalho

avaliar o efeito da adição de água ao lodo de esgoto no processo de biodigestão anaeróbica. Utilizou-se no experimento oito biodigestores modelo indiano de bancada abastecidos em duplicata para cada diluição lodo de esgoto (LE) e água mineral (A) (100:0, 75:25, 50:50, 25:75 LE:A) durante nove semanas. A eficiência da biodigestão foi avaliada por análises físico-químicas no afluente e efluente. Com relação ao biogás, avaliou-se a produção semanal e acumulada e o potencial energético. No que diz respeito as análises físico-químicas, verifica-se que os valores de pH, e umidade aumentaram e teores de sólidos totais e sólidos voláteis reduziram após o processo de biodigestão em todos os tratamentos. Em termos de produção acumulada, a diluição de 100:0 LE:A obteve 90% a mais de produção de biogás do que a de 25:75 LE:A. A partir dos resultados obtidos, conclui-se que, para uma melhor eficiência, deve-se optar por tratamentos sem adição de água visando maior potencial de produção de biogás.

PALAVRAS-CHAVE: tratamento de resíduos, biogás, potencial de produção.

ADDITION EFFECT OF WATER TO SEWAGE SLUDGE ON ANAEROBIC BIODIGESTER

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the effect of the addition of water to sewage sludge

on the anaerobic digestion process. Eight duplicate-fed Indian benchtop biodigesters were used in the experiment for each dilution of sewage sludge (SS) and mineral water (W) (100:0, 75:25, 50:50, 25:75 SS:W) in nine weeks. The efficiency of the digestion was evaluated by physicochemical analyzes in the affluent and effluent. Regarding biogas, the weekly and accumulated production and the energy potential were evaluated. Concerning the physicochemical analyzes, it was verified that the pH, and humidity values increased and the total solids and volatile solids contents decreased after the digestion process in all treatments. In terms of cumulative production, 100:0 SS:W obtained 90% more biogas production than 25:75 SS:W. It is concluded that, for a better efficiency, it should be opted for treatments without addition of water aiming at higher potential of biogas production.

KEYWORDS: waste treatment, biogas, production potential.

1 | INTRODUÇÃO

Atualmente, é possível verificar reflexos da falta de saneamento básico nas grandes metrópoles e periferias brasileiras. O setor de coleta e tratamento de esgoto apresenta-se bastante ineficiência devido ao fato de maior parte do esgoto gerado no país ser despejado de maneira inadequada na natureza. Em 2016, cerca de 51,9% da população tinha acesso ao serviço de coleta de esgoto, e apenas 44,9% dos esgotos gerados no país obtiveram tratamento (SNIS, 2016).

Os efluentes com destinação apropriada são encaminhados para as Estações de Tratamento de Esgotos (ETE's), onde ocorre a redução da carga orgânica e a remoção de substâncias poluentes, evitando assim os riscos ao meio ambiente e a população. O processo de tratamento apresenta como resíduo de suas operações o lodo do esgoto. O sistema de tratamento desse material consiste na sua desidratação do lodo com destinação final os aterros sanitários.

Essa forma de descarte constitui um dos grandes passivos ambientais, pois não há aproveitamento energético do lodo gerado nas ETE's. Em termos econômicos também há uma complexidade, visto que o mesmo possui custos elevados com transporte e preço por tonelada. Com isso, seu processamento e disposição final podem atingir até 60% dos custos operacionais de uma estação (FERNANDES & SOUZA, 2001). Assim, deve-se adotar tecnologias economicamente viáveis de forma que reintegrem este rejeito, rico em matéria orgânica e elevada carga microbiana, a um ciclo produtivo (HOMERO, 2013; EMBRAPA, 2018).

Dentre a gama de possibilidades, o uso do biodigestor afim de produzir biogás exibe grande potencial para o reaproveitamento do lodo de esgoto gerado nas ETE's (QUEIROZ et al., 2018). A implantação de biodigestores em ETE's pode ser considerado como um sistema de cogeração para o suprimento das demandas térmica e elétrica local, ou até mesmo como um auxílio na oferta de energia do

sistema interligado, na forma de geração descentralizada. Com isso, o emprego do biogás se torna uma opção estratégica, dependendo apenas de políticas apropriadas para sua viabilização (MARÇON et al., 2004).

Na Ásia, especialmente em países como China, Índia, Nepal e Vietnã, milhões de propriedades familiares utilizam biodigestores de pequena escala para a produção de biogás. Este é essencialmente destinado para o fornecimento de energia elétrica, assim como para atividades de culinária (XIAOHUA & JINGFEI, 2005). Já na Europa e na América do Norte, milhares de usinas de biogás estão inseridas no meio agrícola, com contínua expansão. No ano de 2007, mais de 3700 usinas de biogás operavam apenas na Alemanha. A viabilidade do funcionamento destas no espaço rural está diretamente relacionada a larga produção de matéria prima (JYOTHILAKSHMI & PRAKASH, 2016; KOSZEL & LORENCOWICZ, 2015). Ainda no contexto da Alemanha, em 2012, 7200 usinas de biogás produziram energia suficiente para o abastecimento de 5,3 milhões de residências (RADEMACHER et al., 2012).

No entanto, para a utilização do lodo de esgoto em biodigestores torna-se necessário pesquisas a fim de caracterizar o processo de biodigestão anaeróbica. Diante do contexto apresentado, objetivou-se com o presente trabalho analisar o efeito da adição de água ao lodo de esgoto no processo de biodigestão anaeróbica em biodigestores.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Eletrificação Rural e Energias Alternativas (LEREA) do Instituto de Tecnologia (IT) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), campus Seropédica – RJ.

Utilizou-se lodo de esgoto proveniente da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Penha, pertencente à Companhia Estadual de Águas e Esgoto (Nova CEDAE), localizada no estado do Rio de Janeiro, e água mineral. O lodo de esgoto foi coletado após os decantadores primários.

No experimento foram utilizados biodigestores modelo indiano de bancada abastecidos com 1,7 kg de material de entrada (afluente) em quatro diluições de lodo de esgoto (LE) e água mineral (A) (100:0, 75:25, 50:50, 25:75 LE:A). O sistema de abastecimento ocorreu em batelada, ou seja, acondicionou-se o afluente, no biodigestor, apenas no início do experimento. O abastecimento dos biodigestores com o afluente ocorreu 24 h após a coleta do dejetos bovino, a fim de evitar perda de biogás gerado devido ao precoce processo fermentativo.

O tempo de retenção hidráulica foi de 9 semanas (66 dias), com início em 11 de maio de 2018 e fim em 16 de julho de 2018. Após esse período obteve-se o material de saída denominado como efluente.

2.1 Biodigestores de bancada modelo indiano

O biodigestor utilizado no experimento se baseou no modelo indiano, sendo constituído por câmara de contenção do “selo de água”, câmara de fermentação, gasômetro e manômetro de tubo em U tendo água como líquido manométrico, conforme descrito por Paes et al. (2019).

Utilizou-se no experimento oito biodigestores, sendo em duplicata para cada diluição lodo de esgoto:água (100:0, 75:25, 50:50, 25:75 LE:A). Os biodigestores foram dispostos sobre bancada no LEREA - UFRRJ, em condições de temperatura ambiente, abrigados da luz solar e chuvas.

O volume de biogás produzido foi determinado pelo produto do deslocamento vertical do gasômetro e sua área da seção transversal interna durante o TRH. A correção do volume de biogás para as condições de 1 atm e 20 °C foi mensurada conforme metodologia empregada por Matos et al. (2017). As coletas de dados foram realizadas as segundas, quartas e sextas-feiras às 10:00 h da manhã. Finalizada as mensurações, o gasômetro foi esvaziado, através do registro de descarga do biogás (válvula de três vias).

O monitoramento da temperatura ambiente e interna dos biodigestores foi realizado com termopar conectado a milivoltímetro com precisão de $\pm 0,1$ °C. Para medir a temperatura interna, o termopar foi inserido na válvula de três vias fixada na parte superior do gasômetro após a caracterização do biogás.

2.2 Caracterização físico-química no afluente e efluente

A caracterização físico-química do afluente e efluente no biodigestor foi realizada quanto ao potencial hidrogeniônico (pH), umidade (U), sólidos totais (ST) e sólidos voláteis (SV), conforme recomenda a Legislação do CONAMA 375/06 para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados. As análises foram realizadas de acordo com a metodologia descrita pela APHA (2005). Os procedimentos foram realizados em triplicata para cada diluição LE:A.

2.3 Análises do biogás

O biogás gerado devido à biodigestão anaeróbica do lodo de esgoto e água nos biodigestores foi analisado quanto a produção semanal e acumulada e potencial de produção. Ainda, avaliou-se o potencial de produção de biogás utilizando os dados de produção final acumulada e as quantidades de afluente adicionado nos biodigestores. Os valores foram expressos em L de biogás por kg de afluente.

2.4 Análise estatística

Para a avaliação dos resultados referentes ao ensaio de biodigestão foi adotado delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro relações lodo de esgoto:água (100:0, 75:25, 50:50, 25:75), duas condições de manejo (afluente e efluente) e duas repetições (2 biodigestores para cada relação). Dessa forma, foram utilizados oito biodigestores no experimento.

A análise estatística das características físico-químicas (pH, U, ST e SV) do afluente e efluente, em diferentes relações, foram submetidos à análise de variância seguido do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade pelo programa estatístico SISVAR, versão 5.6.

Os resultados experimentais de produção acumulada de biogás em função do TRH foram submetidos à análise de regressão, com o uso do programa estatístico R. Os gráficos de temperatura, produção volumétrica semanal e acumulada de biogás foram feitos utilizando-se o programa computacional Sigma Plot 2001, versão 7.0.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Temperatura ambiente e no interior do biodigestor

Observa-se na Figura 1 que a temperaturas interna do biodigestor, ou seja, do biogás, acompanharam as variações da temperatura ambiente ao longo do TRH.

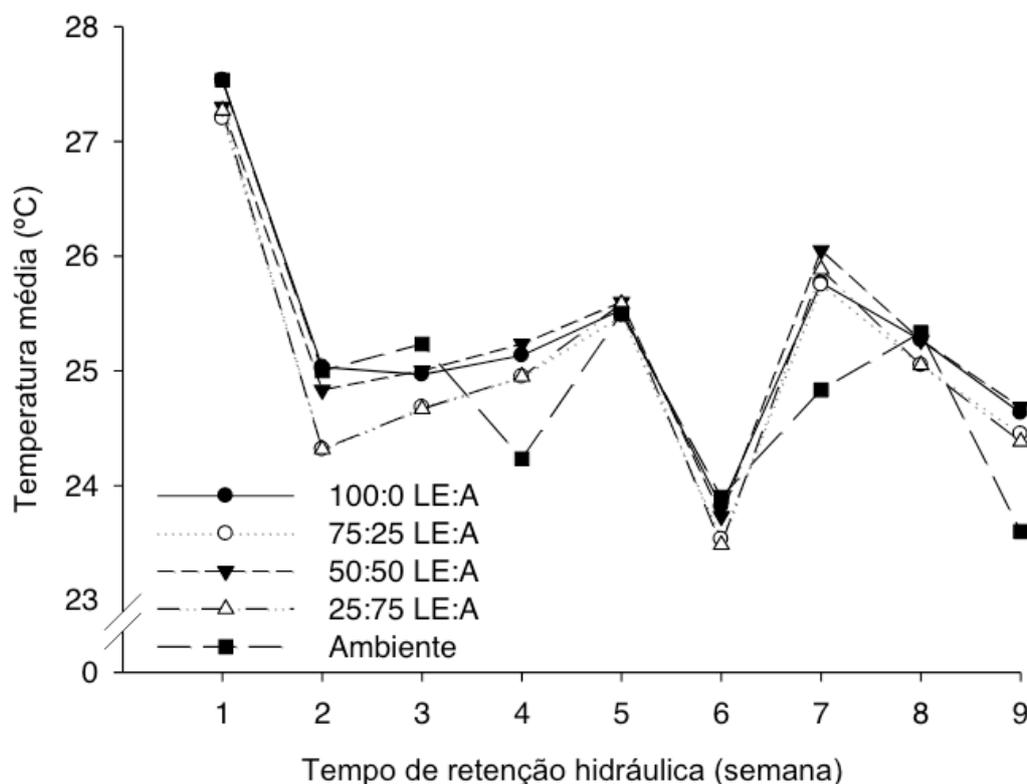


Figura 1 - Variação semanal média da temperatura interna e externa ao biodigestor.

Provavelmente, esse comportamento é decorrente do ponto de mensuração da temperatura. A campânula, local onde está instalada a válvula de três vias e reservatório do biogás, não possui isolante térmico. Assim, o biogás está mais susceptível a variação de temperatura, conforme ocorre no ambiente. No geral, a temperatura média tanto do ambiente quanto do biogás foi de 25 °C.

3.2 Avaliação qualitativa do afluente e efluente

Apresenta-se na Tabela 1, os valores médios de potencial hidrogeniônico (pH), umidade (U), sólidos totais (ST) e sólidos solúveis (SV) no afluente e efluente nas diluições com 100:0, 75:25, 50:50 e 25:75 LE:A. Nas diluições estudadas, pode-se observar que o pH do afluente não diferiu estatisticamente ao nível de 5% pelo teste Tukey entre si (Tabela 1). No entanto, no efluente observa-se que a redução na proporção de lodo de esgoto e aumento na água adicionada acarreta em redução do pH. O pH do lodo de esgoto no afluente encontra-se fora da faixa ideal (6,5 – 7,5) para o desenvolvimento microbiano. O meio ácido, isto é, abaixo de 6,0, pode acarretar em inibição das bactérias metanogênicas (PEREIRA et al., 2009).

Diluição LE:A	pH		U (%)		ST (%)		SV (%)	
	A	E	A	E	A	E	A	E
100:0	5,10Aa	7,55Ba	96,53Ac	96,75Bc	3,47Aa	3,25Ba	88,9Ab	77,4B
75:25	5,07Aa	7,46Bab	97,93Ab	98,01Bb	2,06Ab	1,99Bb	122,7Aab	96,0B
50:50	5,06Aa	7,44Bb	97,68Ab	98,31Bb	2,32Ab	1,69Bb	87,9Ab	81,6B
25:75	5,06Aa	7,45Bb	99,26Aa	99,41Ba	0,74Ac	0,59Bc	156,9Aa	116,7B

Tabela 1 – Valores médios de potencial hidrogeniônico (pH), umidade (U), sólidos totais (ST) e sólidos voláteis (SV) para os afluentes (A) e efluentes (E).

Letras maiúsculas distintas na mesma linha e minúsculas distintas na mesma coluna representam diferenças significativas entre as médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Ao comparar o afluente com o efluente, pode-se verificar aumento significativo dos valores médios de pH (Tabela 1). Segundo Matos et al. (2017a) aumento de pH ao longo do processo de biodigestão anaeróbia ocorre devido as transformações dos ácidos contidos nos afluentes em produtos gasosos. A alcalinização do pH garante o efeito tampão no efluente. Assim, o meio possui a capacidade de neutralizar ácidos sem perturbar de forma extrema as atividades biológicas, revelando estabilidade do sistema (CAMPOS et al., 2006).

Com relação aos resultados obtidos de umidade, verifica-se na Tabela 1 que apenas as relações 75:25 e 50:50 LE:A não diferiram estatisticamente entre si ($p < 0,005$) no afluente e no efluente. No entanto, a diluição acarreta em aumento nos valores médios de umidade. Verifica-se que o lodo de esgoto apresentou umidade elevada (Tabela 1), porém dentro da faixa de 99,26 a 96,53% reportada por Ferreira (2017).

Ao comparar o afluente com efluente observa-se aumento significativo dos valores médios de umidade ao longo do tempo de retenção hidráulica (Tabela 1). O aumento na umidade no efluente é esperado, pois na fase metanogênese ocorre a degradação anaeróbica da matéria orgânica biodegradável em metano e dióxido de carbono, para tal há formação de água (PEREIRA et al. 2015; CREMONEZ et al., 2013; BARANA, 2000).

Assim como observado para a umidade, apenas as relações 75:25 e 50:50 LE:A dos sólidos totais não diferiram estatisticamente entre si ($p < 0,005$) no afluente e no efluente (Tabela 1). No entanto, com o aumento da proporção de água adicionada acarretou em redução nos valores médios de ST. Cremonez et al. (2015) justificou os baixos teores de ST e SV do afluente composto por água residual de suinocultura e vinhaça adicionado no biodigestor devido a diluição ocasionada pela quantidade de água adicionada nas caixas coletoras e a própria lavagem das baias no dia da entrada do lote.

Ao comparar o afluente com efluente observa-se redução significativo dos valores médios de sólidos totais ao longo do tempo de retenção hidráulica. A redução dos ST indica que a população microbiana presente está adaptada suficientemente para degradar a matéria orgânica (BUENO, 2010).

O baixo teor de ST no afluente contendo apenas lodo de esgoto pode estar relacionado com a qualidade da amostra coletada na ETE. Provavelmente, o lodo de esgoto estava em processo de biodigestão anaeróbica evoluído nos tanques anaeróbicos da ETE. Xavier & Lucas Junior (2010) relataram redução nos valores de ST e SV ao utilizar dejetos bovinos como inóculo em vários ciclos de fermentação.

Para os teores de sólidos voláteis, verifica-se que apenas no afluente os valores médios diferiram entre si ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 1). Ainda, pode-se verificar que os valores médios de SV dos efluentes em todas as proporções estudadas foram inferiores ao do afluente.

Os resultados obtidos nesse trabalho estão de acordo ao apresentado por Bueno (2010). Segundo esse autor, o aumento da quantidade de água para diluição de dejetos bovinos e o TRH proporcionaram redução nos valores de ST e SV.

3.3 Análise do biogás

Observa-se na Figura 2 a produção imediata de biogás atingindo o pico máximo ainda na primeira semana de biodigestão anaeróbica, independente da proporção adotada. Verifica-se que, quanto maior a proporção de água adicionada no afluente, menor o pico de produção de biogás (Figura 2). O biodigestor contendo apenas lodo de esgoto apresentou maior pico de produção de biogás (4,5 L) na primeira semana quando comparada as demais proporções. Ainda nesse período, o pico de

produção de biogás das proporções 75:25, 50:50 e 25:75 LE:A foi de 3,2, 1,3 e 0,5 L de biogás, respectivamente.

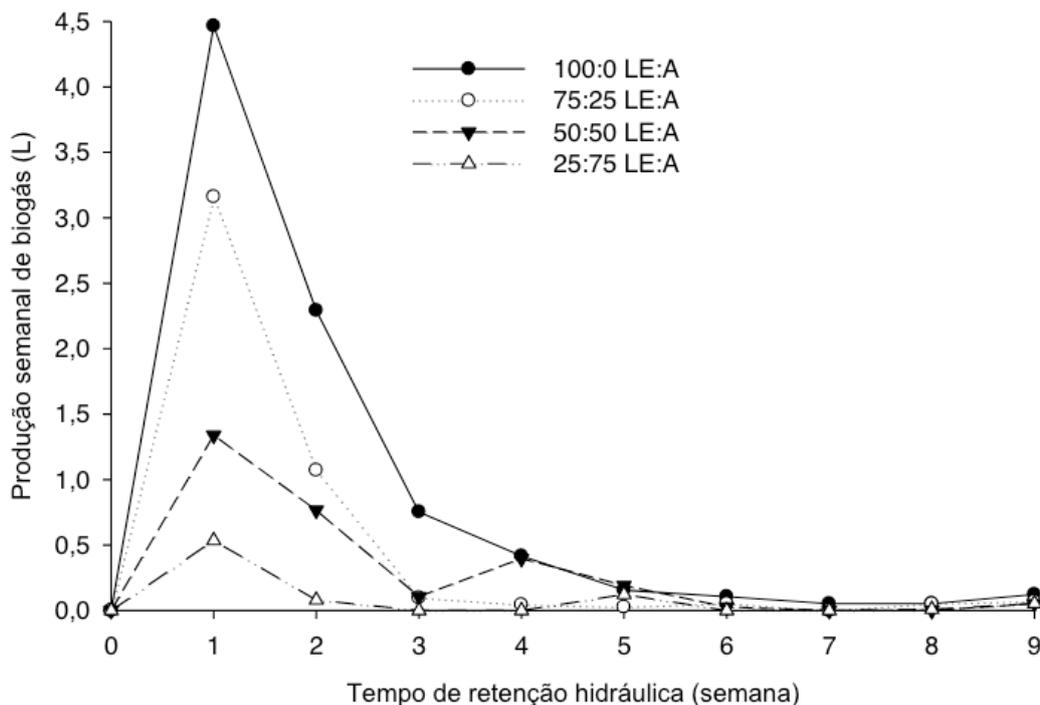


Figura 2 - Produção volumétrica semanal (L) de biogás.

Após o pico, verifica-se queda na produção de biogás em todas as proporções até o final do processo de biodigestão anaeróbica, com exceção para a proporção de 50:50. Nessa proporção, houve um pico secundário na quarta semana, seguido de queda até a nona semana do processo.

Diferentemente ao ocorrido no presente trabalho, estudos relatam que a biodigestão anaeróbica de dejetos animais em biodigestores necessitam de um determinado período, denominado de tempo de partida, para iniciar a produção de biogás. Xavier & Lucas Junior (2010) relataram que o tempo de partida na biodigestão anaeróbica de dejetos bovino foi de 63 dias, apresentando pico aos 93 dias. Amorim et al. (2004) mencionam que houve antecipação na produção de biogás da biodigestão anaeróbia de dejetos caprinos durante o verão e o outono. Os resultados referentes ao tempo de partida encontrados pelos autores foi de aproximadamente 30 e 35 dias na primavera e no inverno, respectivamente. Através dos resultados obtidos, nota-se que o lodo de esgoto proporciona aceleração de partida na produção de biogás, e quanto maior a adição de água, menor a produção.

O perfil de produção acumulada de biogás, apresentado na Figura 3, para as diluições estudadas apresenta ausência da fase lag ou adaptação, provavelmente devido a carga microbiana presente no lodo de esgoto já ser bioestável ao meio. Essa bioestabilização é decorrente do processo de tratamento de esgoto nas ETE's. Dessa forma, atinge-se a fase de crescimento logarítmico, em que há consumo da

carga orgânica e, conseqüentemente produção de biogás, imediatamente ao início do processo de biodigestão anaeróbica.

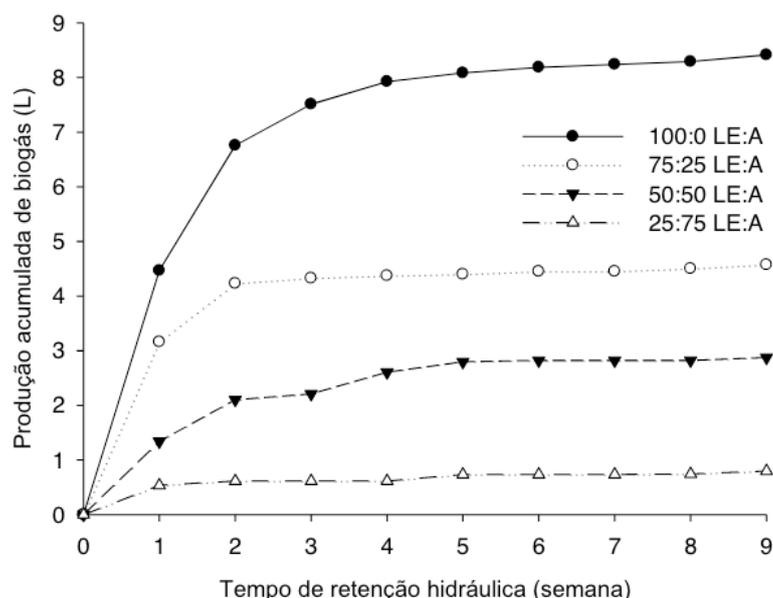


Figura 3 - Produção volumétrica acumulada (L) de biogás em função do TRH

Verifica-se na Figura 3 que a medida em que aumenta a diluição mais rápido atinge a fase estacionária, ou seja, produção acumulada de biogás nula. Esse efeito pode estar atrelado ao consumo total da carga orgânica criando condições inadequadas ao crescimento microbiano (Metcalf & Eddy, 2003). A estabilidade foi atingida na sexta, quinta, quarta e terceira semana para 100:0, 75:25, 50:50 e 25:75 LE:A, respectivamente.

Observa-se na Tabela 2 que os dados de produção acumulada das diluições 100:0, 75:25 e 50:50 LE:A em função do TRH ajustaram-se ao modelo *Response Linear Plateau*, isto é, modelo de regressão linear segmentado com platô.

Relação H:LE	Intervalo	Equação	Coefficiente de determinação (r^2)
100:0	$x_i < 1,775$	$\hat{y} = 7,928 + 4,467 x_i$	0,96
	$1,775 \leq x_i \leq 9$	$\hat{y} = 7,928$	
75:25	$x_i < 1,396$	$\hat{y} = 4,413 + 3,161 x_i$	0,99
	$1,396 \leq x_i \leq 9$	$\hat{y} = 4,413$	
50:50	$x_i < 2,48$	$\hat{y} = 2,707 + 1,051 x_i$	0,93
	$2,48 \leq x_i \leq 9$	$\hat{y} = 2,707$	
25:75	$0 \leq x_i \leq 9$	$\hat{y} = 0,688\{1 + 103,873[\exp^{-5,878 X_i}]\}^1$	0,92

Tabela 3 - Equações de regressão ajustada aos dados da produção acumulada de biogás durante o processo de codigestão anaeróbica e os respectivos coeficientes de determinação.

em que x_i = tempo de retenção hidráulica (semana) e \hat{y} = produção acumulada

de biogás (L).

Verifica-se que a medida em que adiciona água menor a produção acumulada de biogás, sendo de 7,928, 4,413 e 2,101 L de biogás para 100:0, 75:25 e 50:50 LE:A, respectivamente. No entanto, a duração da fase de crescimento logarítmico, e conseqüentemente início da estabilização variou. Assim, obteve-se período de produção de biogás de 1,775, 1,396 e 2,480 semanas de biodigestão anaeróbica para 100:0, 75:25, 50:50 e 25:75 LE:A, respectivamente (Tabela 2).

Diferentemente ao ocorrido com as relações mencionadas anteriormente, o modelo logístico representou 25:75 H:LE, indicando que a produção acumulada máxima foi de 0,688 L em 1,6 semanas (Tabela 3).

Como era de se esperar, a proporção que possui maior quantidade de lodo de esgoto, apresentou maior potencial energético, expresso em L de produção de biogás por kg de afluente em relação às demais diluições. Para as diluições 100:0, 75:25, 50:50 e 25:75 LE:A obteve-se 4,8, 2,6, 1,8 e 0,04 L de biogás $\text{kg}_{\text{afluente}}^{-1}$, respectivamente.

A diluição é um fator que contribui para o equilíbrio dinâmico das fases da biodigestão anaeróbia (hidrólise, acidogênese, acetogênese e metanogênese) e conseqüentemente para a eficiência do processo (XAVIER & LUCAS JUNIOR, 2010). No entanto, para o lodo de esgoto a diluição favoreceu a dispersão da carga microbiana no afluente. Com isso, reduziu a atividade das bactérias produtoras de biogás, refletindo no perfil e quantidade de produção de biogás. Ainda no que se refere ao perfil de produção de biogás oriundo da biodigestão anaeróbica do lodo de esgoto, em que se tem antecipação tanto da produção quanto do pico, pode se inferir a sua utilização como inóculo a fim de acelerar o processo.

A utilização de lodo de esgoto como inóculo tornou-se um método atrativo no processo de biodigestão anaeróbica, uma vez que impulsiona na aceleração de partida da produção de biogás e reduz o tempo de retenção hidráulica. Essa metodologia baseia-se em empregar parte do material que já passou por tal processo, a fim de fornecer ao novo afluente uma população adicional de microrganismos. O lodo de esgoto, por sua vez, tem apresentado resultados satisfatórios como inóculo, comprovando sua viabilidade de aplicação (KONRAD et al., 2012; XAVIER & LUCAS JÚNIOR, 2010; LEITE et al., 2001).

4 | CONCLUSÕES

Conclui-se que, para uma maior eficiência no processo de biodigestão anaeróbia do lodo de esgoto proveniente das ETE's, deve-se optar por tratamentos sem adição de água visando uma maior produção de biogás.

REFERÊNCIAS

- Amorim, A.C.; Lucas Júnior, J. de; Resende, K.T. **Biodigestão anaeróbia de dejetos de caprinos obtidos nas diferentes estações do ano**. Engenharia Agrícola, vol. 24, p.16-24, 2004.
- APHA; AWWA; WPCF (2005) **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 21th Edition. Washington. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. Washington-DC, USA.
- Barana, A. C. **Avaliação de tratamento de manipueira em biodigestores fase acidogênica e metanogênica**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 2000, 31p
- Bueno, R. de F. **Comparação entre biodigestores operados em escala piloto para produção de biogás alimentado com estrume bovino**. Holos Environment, vol. 10, p. 111-125, 2010.
- Campos, C.M.M.; Carmo, F.R.do; Botelho, C.G.; Costa, C.C. da. **Desenvolvimento e operação de reator anaeróbio de manta de lodo (UASB) no tratamento dos efluentes da suinocultura em escala laboratorial**. Ciência e Agrotecnologia, vol. 30, p. 140-147, 2006.
- CONAMA 375/06. **Resolução CONAMA 375, de 29 de agosto de 2006**. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res06/res37506.pdf> >. Acesso em: 28 de agosto de 2018.
- Cremones, P.A.; Feiden, A.; Zenatti, D.C.; Camargo, M.P. de; Nadaleti, W.C.; Rossi, E. de; Antonelli, J. **Biodigestão anaeróbia no tratamento de resíduos lignocelulósicos**. Revista Brasileira de Energias Renováveis, vol. 2, p. 21-35, 2013.
- Cremones, P.A.; Rossi, E. de; Feroldi, M.; Teleken, J.G.; Feiden, A.; Dieter, J. **Codigestão de água residual de suinocultura e vinhaça sob diferentes condições térmicas**. Revista de Ciências Agrárias, vol. 38, p. 103-110, 2015.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. **Lodo de esgoto é ótimo componente de substratos para plantas**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/32485890/lodo-de-egoto-e-otimo-componente-de-substratos-para-plantas>>. Acesso em: 20 de novembro de 2018.
- Fernandes, F.; Souza, S.G. de. **Aproveitamento do lodo gerado em estações de tratamento de água e esgotos sanitários, inclusive com a utilização de técnicas consorciadas com resíduos sólidos urbanos**. Estabilização de Lodo de Esgoto, cap. 2, p. 31, 2001.
- Homero, V. **Lodo de esgoto: um aliado da agricultura**, 2013. Disponível em: <<http://www.faperj.br/?id=2376.2.5>>. Acesso em: 20 de agosto de 2019.
- Jyothilakshmi R.; Prakash, S.V. **Design, fabrication and experimentation of a small scale anaerobic biodigester for domestic biodegradable solid waste with energy recovery and sizing calculations**. Procedia Environmental Sciences, vol. 35, p. 749-755, 2016.
- Konrad, O.; Machado, C.A.; Brietzke, D.T.; Secchi, F.J.; Nichel, L.; Marder, M. **Avaliação da utilização de dejetos bovinos com e sem uso de glicerina em biodigestores operados em batelada**. Revista Destaques Acadêmicos, vol. 4, p. 59-65, 2012.
- Koszel, M.; Lorenzowicz, E. **Agricultural use of biogas digestate as a replacement fertilizers**. Agriculture and Agricultural Science Procedia, vol. 7, p. 119 – 124, 2015.
- Leite, V.D.; Lopes, W.S.; Prasad, S. **Bioestabilização anaeróbia de resíduos sólidos orgânicos em reatores de batelada**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, vol. 5, p. 119-123, 2001.

- Matos, C.F.; Paes, J.L.; Pinheiro, E.F.M.; Campos D.V.B. **Biogas production from dairy cattle manure, under organic and conventional production systems**. Engenharia Agrícola, vol. 37, p. 1081-1090, 2017a.
- Matos, C.F.; Pinheiro, E.F.M.; Paes, J.L.; Lima, E.; Campos, D.V.B. **Avaliação do potencial de uso de biofertilizante de esterco bovino resultante do sistema de manejo orgânico e convencional da produção de leite**. Revista Virtual de Química, v. 9, p. 1957-1969, 2017b.
- Marçom, R.O.; Zukowski Junior, J.C.; Cavalcante, I.R.L. **Análise de planta térmica com biomassa (briquete de casca de arroz) - caso real “Fazenda Experimental do Centro Universitário Luterano de Palmas”**. V Encontro de Energia no Meio Rural, 2004.
- Metcalf; Eddy. Waste water engineering: treatment, disposal and reuse. 4. ed. rev. New York: McGraw-Hill, 2003. 1819 p.
- Paes, J.L. Matos, C.F.; Ferraz, G.A.E.S.; Brugginesi, G.; Queiroz, C.K.; Soares, C. S.G. de C. **Potencialidade do biogás gerado pela codigestão entre dejetos bovino e suíno**. In: ABDALA, P. J. P. Energia Solar e Eólica. 1 ed. Ponta Grossa: Atena Editora, 2018. v. 2, p 317-332.
- Pereira, E.L.; Campos, C.M.M.; Moterani, F. **Efeitos do pH, acidez e alcalinidade na microbiota de um reator anaeróbio de manta de lodo (UASB) tratando efluentes de suinocultura**. Revista Ambiente & Água, vol. 4, p. 157-168, 2009.
- Pereira, M.S; Godoy, T.P.; Godoy, L.P.; Bueno, W.P.; Wegner, R.daS. **Energias renováveis: biogás e energia elétrica provenientes de resíduos de suinocultura e bovinocultura na UFSM**. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, vol. 19, p. 239-247, 2015.
- Queiroz, C K., Paes, J.L., Fernandes, P.L.B. **Caracterização da produção de biogás a partir da biodigestão de lodo de esgoto**. In: VII Congresso Brasileiro de Energia Solar, 2018, Gramado. Anais: CBES, 2018. v. VII. p. 1-10.
- Rademacher, A.; HanreichIngo, A; Bergmann, I.; Klocke, M. **Black-Box-Biogasreaktor mikrobielle Gemeinschaften zur Biogaserzeugung**. BioSpektrum, vol. 18, p. 727–729, 2012.
- Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2016**. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2016>>. Acesso em: 29 de setembro de 2018.
- Xavier, C. de A. N; Lucas Junior, J. de. **Parâmetros de dimensionamento para biodigestores batelada operados com dejetos de vacas leiteiras com e sem uso de inóculo**. Engenharia Agrícola, vol. 30, p. 212-223, 2010.
- Xiaohua, W.; Jingfei, L. **Influence of using household biogas digesters on household energy consumption in rural areas—a case study in Lianshui County in China**. Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 9, p. 229-236, 2005.

O CONSUMO DE COPOS PLÁSTICOS DESCARTÁVEIS EM UM HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DO TRIÂNGULO MINEIRO

Data de aceite: 07/02/2020

Ana Luísa Magalhães Mauad

Universidade de Uberaba
amagalhaesmauad@yahoo.com.br

Andreia Marega Luz

Universidade de Uberaba
andreiamaregaluz@gmail.com

RESUMO: A problemática da geração de resíduos plásticos vem ganhando destaque na mídia internacional e nacional. O objetivo do presente estudo foi avaliar a quantidade de copos plásticos de água descartada em um hospital universitário no Triângulo Mineiro. O estudo de caso teve início com a disposição de galões em cinco setores do bloco H por trinta dias, tendo início no dia 1º de outubro e finalizando no dia 1º de novembro, onde foram realizadas contagem dos copos de água gastos em cada setor, com o intuito de realizar uma média per capita nos respectivos setores: área administrativa, farmácia, engenharia clínica, copa H (que é utilizada pelos setores de Almoxarifado e DTI) e área acadêmica. Houve uma conversa com os colaboradores dos setores para abordar o assunto dos resíduos plásticos e sugerir uma alternativa para diminuição do uso dos copos descartáveis. Avaliado os resultados dos copos

gastos por setor tiramos a média per capita de 9 copos no setor de farmácia, administrativo 8 copos, engenharia clínica 1 copo por colaborador, copa H 2 copos e área acadêmica 1 copo por pessoa. Ao longo desses trinta dias, notou-se que há uma carência de informações quanto a utilização exagerada e o descarte incorreto dos plásticos e as consequências que isso pode trazer ao meio ambiente e bem-estar social.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos plásticos. Geração. Redução. Conscientização

1 | INTRODUÇÃO

Com o crescimento acelerado da população mundial, o homem precisa cada vez mais produzir produtos a larga escala e aprimorar as tecnologias para acompanhar e suprir as necessidades da sociedade. Devido à correria do dia a dia das pessoas, a busca por materiais mais fáceis e práticos de usar, tem sido a alternativa, para isso, o plástico se tornou uma possibilidade prática, bem como a fabricação de copos descartáveis, pratos dentre outros.

De acordo com a Comissão Europeia, mais de 80% do lixo marinho é plástico, o que leva uma porção considerável de animais

marinhos a óbito. Outro grande problema é a maneira como o plástico é fabricado, sua matéria prima é de alto teor de poluição, - a nafta, o que contribui ainda mais para o efeito estufa, sua fabricação também utiliza um grande volume de água, agravando ainda mais o problema devido ao seu desperdício.

Há uma grande preocupação quanto ao descarte desses materiais, sendo o copo descartável o produto mais usado em empresas e confraternizações exatamente por ser prático. Algumas iniciativas como “ADOTE UM COPO”, estão sendo utilizados em algumas empresas, justamente para minimizar o número de descarte desses copos, outros preferem reutilizar garrafas pet para armazenar uma quantidade maior de água e facilitar na hora de consumir.

A geração de resíduos plásticos, tomou uma proporção maior devido a vida acelerada que as pessoas possuem hoje em dia, dando preferência aos produtos que possam ser práticos e rápidos de usar, economizando tempo. As empresas fabricantes também faturam muito com esse tipo de “cultura aos plásticos”, pois, são produtos que nos proporciona maior comodidade. (MONTEIRO, 2006).

Segundo o diretor-presidente da Abrelpe, Carlos Silva Filho, o Brasil tem uma geração de resíduos similar a dos países que tem a mesma faixa de PIB per capita, mas destinam os seus resíduos finais muito melhores que nós, o que nos torna muito atrasados nesse quesito.

Em dezembro de 2010, foi regulamentada a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a partir da Lei nº 12.305/10. Esta política traz como um dos seus instrumentos, os planos de resíduos sólidos. O PNRS, abrange todos os resíduos sólidos, define diretrizes, princípios e instrumentos indispensáveis ao plano, prevê a prevenção e a redução na geração de resíduos, tendo como proposta a prática de hábitos de consumo sustentável, institui a responsabilidade compartilhada dos geradores de resíduos (Ministério do Meio Ambiente).

Segundo o site Organic Working (Maio, 2018), no país são consumidos 720 milhões de copos descartáveis diariamente, no mundo 96 milhões de toneladas por ano, ao todo são produzidos 250 milhões de toneladas de plástico por ano, onde 35% do montante são usados por poucos minutos, e 80% do plástico que estão nos mares são provenientes de uso em terra, como casas, fábricas e área agrícola, se esse número continuar crescente, em 2050 teremos mais plástico no mar do que peixes.

Diante do exposto, o objetivo do presente artigo é avaliar a quantidade de copos plásticos de água descartada em um hospital universitário no Triângulo Mineiro.

2 | METODOLOGIA

O estudo de caso foi desenvolvido em um hospital universitário do Triângulo

Mineiro, que possui aproximadamente 861 funcionários, 220 leitos e dez blocos em uma estrutura. O bloco estudado foi H, que dispões de Arquivos Morto, Zeladoria, Refeitório, Almoxarifado, SAME (Serviço de Arquivo Médico e Estatística) - Secretaria Geral SESMET(Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho), Engenharia Clínica, Lanchonete, Área Administrativa, Farmácia e Área Acadêmica.

Para a coleta dos dados foi adotado uma tabela onde consta a relação de quantidade de copos descartados por setor, (tabela 1), preenchida com informações colhidas diariamente durante o período de um mês.

Setores	Data¹	Copos água	Copos café	Total gasto
Farmácia	Semana 1	30	12	42
	Semana 2	17	9	26
	Semana 3	38	26	64
	Semana 4	34	25	59
	Semana 5	10	7	17
Administrativo	Semana 1	8	10	18
	Semana 2	3	9	12
	Semana 3	14	39	53
	Semana 4	8	32	40
	Semana 5	15	7	22
Engenharia	Semana 1	47	49	96
	Semana 2	23	20	43
	Semana 3	27	44	71
	Semana 4	37	32	69
	Semana 5	50	56	106
Clínica	Semana 1	41	22	63
	Semana 2	27	11	38
	Semana 3	3	1	4
	Semana 4	13	4	17
	Semana 5	16	4	20
Copa h	Semana 1	12	0	12
	Semana 2	1	0	1
	Semana 3	2	0	2
	Semana 4	17	0	17
	Semana 5	63	17	80

Tabela 1- Copos descartáveis gastos nos setores do bloco H.

Fonte: Dados do autor (2018).

Legenda: ¹ Semana 1 (01/10/2018 a 05/10/2018); Semana 2 (08/10/2018 a 12/10/2018); Semana 3 (15/10/2018 a 19/10/2018); Semana 4 (22/10/2018 a 29/10/2018); Semana 5 (29/10/2018 a 01/11/2018).

Os setores analisados foram: área administrativa engenharia clínica copa do bloco H que atende os setores do DTI (Diretoria de tecnologia da Informação),

Almoxarifado, Same, Sesmet e RH, área acadêmica e setor da farmácia.

Os setores que serviram de estudo de caso funcionam da seguinte maneira:

- **Setor A:** (Farmácia): Fluxo moderado, funcionamento 24 horas de domingo a domingo.
- **Setor B:** (Área Administrativa): Alto Fluxo, horário de funcionalmente 07:00 às 22:00, sem funcionamento aos domingos.
- **Setor C:** (Engenharia Clínica): Fluxo Moderado funcionamento de domingo a domingo, com horários pré-determinados.
- **Setor D:** (Almoxarifado etc.): Baixo Fluxo, com atendimento ao cliente, funcionamento das 07:00 às 18:00, funcionamento aos domingos.
- **Setor E: (DTI):** Fluxo moderado, funcionamento de domingo a domingo, atendimento ao cliente 24 horas.

Conforme Tabela 2, os setores dispõem dos seguintes números de colaboradores.

Setores	Total por setor
MPHU- FARMÁCIA	46
MPHU- SAME-SERVIÇO	6
ARQUIVO MÉDICO	
MPHU- ENGENHARIA CLÍNICA	15
MPHU- ALMOXARIFADO	5
MPHU- INFORMÁTICA	4
MPHU-	30
FATURAMENTO/ESCRITURAÇÃO	
TOTAL GERAL	106

Tabela 2 - Quantidade de colaboradores do bloco H.

Fonte: RH- HU, 2018.

Foram dispostos nos setores supracitados, lixeiras com capacidade para 20 litros, com a inscrição “COPOS DESCARTÁVEIS”. Houve diálogo com colaboradores dos setores, sendo realizado em grupo de até quatro pessoas, nas salas do próprio, setor em horário de trabalho não ultrapassando 5 minutos de conversa.

Foram abordados temas sobre a importância da não geração de resíduos de copos plásticos, as consequências do plástico para o meio ambiente e como poderiam diminuir a geração destes resíduos.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme dados repassados pelo Rh do hospital universitário, segue na tabela

3, informações sobre o abastecimento de copos plásticos descartáveis nos setores que serviram de base para o estudo de caso do referido hospital.

Setores	Mês	Quantidade de pacotes	Quantidade de copos
Farmácia	Jul	6	600
	Ago	6	600
	Set	24	2400
Administrativo	Jul	5	500
	Ago	15	1500
	Set	8	800
Engenharia clínica	Jul	9	900
	Ago	8	800
	Set	7	700
Copa H ¹	Jul	---	---
	Ago	8	800
	Set	---	---
TOTAL	-	96	9.600

Tabela 3 - Reposição de copos descartáveis nos setores do bloco H.

Fonte: HU Mário Palmério, 2018.

¹Obs: A quantidade de copos referentes a Copa H, estão inclusos os setores de Almojarifado e DTI.

Depois de todos os dados colhidos quanto ao uso e reposição dos copos descartáveis por setor no hospital universitário, foi feita uma média por pessoa, para avaliar o gasto per capita de copos. Na tabela 4 a seguir, constam esses dados.

SETOR	Nº de pessoas por setor	Total gasto água	Copos água per capita	Total gasto café	Copos café per capita	Total per capita
FARMÁCIA	46	124	3	75	2	9
ADMINISTRATIVO	30	43	1	95	3	8
ENGENHARIA CLÍNICA	15	144	10	153	10	1
COPA H	15	96	6	45	3	2
ÁREA ACADÊMICA	8	64	8	0	0	1

Tabela 4 - copos descartáveis per capita nos setores do bloco h

Fonte: dados do autor, 2018.

O crescimento populacional e a acelerada demanda por produtos têm aumentado muito, o que torna necessário a produção rápida e contínua de materiais para atender o mercado, gerando assim maior número de resíduos sólidos em todo o mundo, principalmente em países desenvolvidos. (MINGHUA et al., 2009).

Sendo o Brasil, um país em desenvolvimento, ainda destina seus resíduos para

lixões e aterros (LINO and ISMAIL, 2012). Países como o Brasil ainda tem maneiras menos modernas de reciclagem, o que se torna um problema quanto a poluição do meio ambiente. A produção dos copos plásticos, traz um impacto negativo ao meio ambiente, pois, sua matéria prima é o petróleo, uma fonte não renovável, que para atender toda a crescente demanda por esse tipo de material, acaba de tornando mais um grande vilão do meio ambiente.

Embora, muitas pessoas e empresas já se conscientizaram aderindo maneiras de minimizar o uso dos copos plásticos, ainda se tem um volume muito grande desses resíduos plásticos dispersos pelo mundo.

4 | CONCLUSÃO

Durante o período dos 30 dias de coleta dos dados, pôde-se observar a falta de interesse de algumas pessoas sobre o descarte correto dos resíduos, a falta de informação sobre o assunto também colabora para esse tipo de atitude, porém, durante esse tempo, o objetivo do artigo foi alcançado, uma vez que as pessoas entenderam a importância do uso das garrafas plásticas e como somos diretamente afetados pela prática errada de descarte desse e de qualquer outro resíduo.

REFERÊNCIAS

CAMAER EVERSON com autores.6ecf345604344713b976.pdf>. Acesso em: 25 Out. 2018.

GIRARDI, Giovana. **Brasil produz lixo como primeiro mundo, mas faz descarte como nações pobres. Estadão.** São Paulo, 2016. Sustentabilidade. Disponível em:< <https://sustentabilidade.estadao.com.br/blogs/ambiente-se/brasil-produz-lixo-como-primeiro-mundo-mas-faz-descarte-como-nacoes-pobres/>>. Acesso em: 12 Out. 2018.

MINISTÉRIO do Meio Ambiente. **Política Nacional de Resíduos Sólidos.** [S.l: s.n, 2010?]. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/pol%C3%ADtica-de-res%C3%ADduos-s%C3%B3lidos.html>>. Acesso em: 12 Out. 2018.

OrganicWorking, 2018. **Copo plástico, descarte esta ideia.** Disponível em: < <https://organicworking.com.br/copo-plastico-descarte-esta-ideia/>>. Acesso em: 10 Out. 2018.

RODRIGUES, Everson de Castro; DA COSTA LISBOA, Gabriel Lucas. Universidade Federal Rural da Amazônia. **II Congresso Amazônico de Meio Ambiente e Energias Renováveis.** UFRA Campus Belém, 2016. Acesso em: 07 Nov. 2018.

SOUSA, Marcia, 2018. **A Comissão Europeia defende que mais de 80% do lixo marinho é plástico.** Disponível em: < <https://ciclovivo.com.br/planeta/meio-ambiente/banir-plasticos-descartaveis-uniao-europeia/>>. Acesso em: 08 Nov. 2018

UNIVERSIDADE Federal do Rio Grande do Norte. **Entendendo as causas do descarte inadequado de resíduos sólidos comuns:** Uma modelagem da percepção ambiental. MARTINS, Jucicleide de Souza, 2017. Acesso em : 07 Nov.2018.

PRINCIPAIS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL: UMA REVISÃO DA LITERATURA

Data de aceite: 07/02/2020

Data de submissão: 04/11/2019

Luiz Eduardo Araujo Silva

Faculdade Integral Diferencial – FACID Wyden
Teresina – Piauí
<http://lattes.cnpq.br/8394625834216162>

Isadora de Sousa Oliveira

Faculdade Integral Diferencial – FACID Wyden
Teresina – Piauí
<http://lattes.cnpq.br/2146825125898715>

Yuri Cláudio Cordeiro de Lima

Faculdade Integral Diferencial – FACID Wyden
PPGEP – Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção / UNIP
Teresina – Piauí
<https://orcid.org/0000-0002-3020-7235>

RESUMO: A Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) tem o objetivo de prever a influência de atividades potencialmente poluidoras sobre o meio ambiente, fomentando estratégias acerca da viabilidade ambiental e mitigação dos danos futuros. Esse trabalho objetivou realizar uma revisão bibliográfica sobre as principais metodologias utilizadas na AIA, dando ênfase as: Espontâneas (Ad Hoc), Listagem (Checklist), Matrizes de Interação, Rede de Interação (Network), Superposição de Mapas (Overlay Mapping) e Modelos de Simulação. O estudo

possibilita aos profissionais a melhor escolha sobre qual método usar em estudos ambientais, uma vez que todos os empreendimentos possuem suas singularidades e necessitam de uma abordagem diferente. As matrizes de Interação demonstraram maior recorrência na literatura, tendo a Matriz de Leopold a mais complexa e difundida entre as demais.

PALAVRAS-CHAVE: avaliação de impacto ambiental, meio ambiente, metodologias.

MAIN ENVIRONMENTAL IMPACT METHODS: A LITERATURE REVIEW

ABSTRACT: The Environmental Impact Assessment (EIA) aims to predict the influence of potentially polluting activities on the environment, promoting means of strategy about environmental viability and mitigation of future damage. This work aimed to perform a literature review on the main methods used in EIA, emphasizing as: Spontaneous (Ad Hoc), Listing (Checklist), Interaction Matrices, Interaction Network (Network), Map Overlay (Mapping Models) overlay) and Simulation Models. The study gives professionals the best choice about the method used in environmental studies, since all enterprises have their uniqueness and need a different approach. The interaction matrices showed greater recurrence in the literature, having the Leopold Matrix more complex and

widespread among the others.

KEYWORDS: environmental impact assessment, environment, methods.

1 | INTRODUÇÃO

Após a revolução industrial na Inglaterra no século XVIII, foi estabelecido o capitalismo como sistema econômico, de modo que surgiu uma busca cada vez mais acentuada de matéria prima no meio ambiente, fazendo-se necessário estabelecer legislações e instrumentos que garantisse o desenvolvimento econômico, bem como a conservação do meio ambiente (ALMEIDA *et al*, 2016). O termo avaliação de impacto ambiental (AIA) surgiu nesse contexto e se difundiu em todo o mundo sobre influência de conferências e tratados internacionais, mas, sobretudo do Banco Mundial, visto que financia grande parte dos empreendimentos causadores de amplos impactos ambientais (SÁNCHEZ, 2008).

Por meio da avaliação de impacto ambiental pode ser entender e prever as alterações que ocorrerão no meio ambiente a partir de um projeto proposto no presente (ALMEIDA, 2016).

Metodologias e ferramentas foram desenvolvidas para identificar, classificar e interpretar os impactos ambientais. “Mecanismos estruturados para organizar e analisar informações sobre impactos ambientais de uma proposta, incluindo os meios de apresentação escrita e visual dessas informações”, segundo Cunha e Guerra (2007) definem a metodologia de AIA.

Para identificar impactos e suas causas existem atualmente na literatura diferentes metodologias de AIA que auxiliam os profissionais. A disponibilidade de dados e características do empreendimento são fatores que deverão ser analisados para a escolha da metodologia aplicada. (MORAES; D’AQUINO, 2016).

Dessa forma Martins e Junior (2018) citam os métodos de avaliação de impacto exibidos com maior recorrência na literatura: Ad Hoc espontâneo, Listas de controle (Checklist), Matrizes de interação, Redes de interação (network), Superposição de mapas (*Overlay Mapping*) e Modelos de simulação.

Esse trabalho corrobora com a crescente necessidade a cerca das metodologias utilizadas na realização de AIA, uma vez que auxilia os profissionais que realizam os estudos a fazerem escolha do método mais adequado ao empreendimento em estudo, garantindo assim a eficiência na avaliação.

2 | OBJETIVO GERAL

Realizar uma pesquisa bibliográfica acerca das principais metodologias utilizadas na avaliação de impacto ambiental.

3 | METODOLOGIA

Realizou-se uma revisão bibliográfica para a realização do estudo nas bases de dados: Google Scholar e SciELO. A busca sobre o tema AIA, utilizou-se o termo “Environmental Impact Assessment” por ser o mais utilizado na literatura. Os critérios de inclusão foram artigos, livros, periódicos, dados governamentais e trabalhos acadêmicos. Os demais dados que não se encaixam nos critério de inclusão, foram desconsiderados.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Existem várias metodologias que podem ser utilizadas para auxiliar na detecção de impactos ambientais. Contudo, não existe um método que se aplique a todos os casos, pois cada empreendimento apesar de às vezes realizarem a mesma atividade, todos possuem suas singularidades, acentuando a importância de se fazer a escolha da metodologia mais adequada na realização do estudo. Abaixo são apresentadas as mais utilizadas:

Metodologias Espontâneas (Ad Hoc)

O método Ad Hoc tem como princípio utilizar o conhecimento empírico de especialistas de determinados assuntos em questão (CREMONTEZ *et al*, 2014). São evidenciadas de forma discursiva as alterações ambientais que podem ocorrer com o planejamento, implantação e operação de empreendimentos ou atividades humanas, posteriormente os resultados são organizados em listas ou matrizes sendo feito por especialistas de diversas áreas do conhecimento (CUNHA; GUERRA, 2007).

Geralmente, é utilizado quando há pouco tempo de realização ou há falta de dados (FINUCCI, 2010).

Metodologia de Listagem (Check-list)

De acordo com Silva (2004), a metodologia de listagem foi pioneira nos métodos de avaliação de impacto ambiental. Trata-se de uma simples formulação de listas de impactos ambientais, que podem ou não estar divididas por fase do empreendimento (planejamento, implantação e operação) e por meio afetado, seja ele físico, biológico e socioeconômico (OLIVEIRA; MOURA, 2009).

Existem várias variações de listas que se adequam a cada contexto, sendo as principais: Listas simples, listas descritivas, listas comparativas, listagens de controle escalar, listagem de controle ponderáveis e questionários (SANCHEZ, 2011).

Matrizes de Interação

As matrizes são formadas por linhas e colunas que formam quadros informativos sobre os impactos ambientais de um empreendimento ou atividades humanas (CUNHA; GUERRA, 2007). As linhas e as colunas formam uma técnica bidimensional que relaciona as ações com os fatores ambientais, tornando o método uma das ferramentas de avaliação mais utilizadas (MEDEIROS, 2010). Na elaboração dessas matrizes deve ser apontada a interação linha/coluna das ações antrópicas que poderão afetar os elementos ambientais, características ambientais ou processos biológicos (ALMEIDA *et al*, 2017).

A Matriz de Leopoldo é a mais difundida entre os inúmeros tipos matrizes, onde as colunas da matriz correspondem às interações entre as ações do projeto, enquanto que as linhas representam os impactos ambientais gerados. Nos quais, os resultados são valorados de 1 a 10, considerando critérios como magnitude, importância referente a cada impacto, e posteriormente classificando-os em positivos ou negativos (FINUCCI, 2010; CREMONEZ *et al.*, 2014).

Redes de Interação (network)

Trata-se de um método gráfico, um diagrama que geralmente inicia-se com uma ação antrópica que desencadeia uma série de impactos ambientais. Existem relações que estabelecem tipo causa-condições-efeito, permitindo desde o primeiro impacto constatado, delinear o conjunto de ações que podem desencadeá-los de forma direta ou indireta (SANCHEZ, 2008; SANCHEZ, 2011).

É similar a um fluxograma e possibilita estabelecer uma relação de causa (ação antrópica), efeito inicial (alteração ambiental inicial – impacto direto) e efeitos posteriores (cadeia de reações posteriores ao impacto direto - impactos indiretos) (ALMEIDA *et al*, 2017).

Superposição de Mapas (Overlay Mapping)

A utilização dessa ferramenta vem sendo muito utilizada, principalmente devido a facilidade na obtenção de bases de dados e com o avanço da disponibilidade programas de computador para o geoprocessamento (ALMEIDA *et al*, 2017).

Visto que, consiste na montagem de uma sequência de mapas temáticos, sendo que em um destes há uma indicação de uma característica cultural, social e física que refletem um impacto (MARTINS; JUNIOR, 2018). Elabora uma sobreposição de mapas para verificar as áreas que serão impactadas por ações antrópicas e a extensão dos impactos (CUNHA; GUERRA, 2007).

Modelos de Simulação

Consistem em modelos de simulações computadorizadas com o uso de inteligência artificial ou modelos matemáticos, destinados a reproduzir tanto quanto possível o comportamento de parâmetros ambientais ou as inter-relações entre as causas e os efeitos de determinadas ações (OLIVEIRA; MOURA, 2009). É um método de grande aplicação em projetos de usos múltiplos e permite ser empregado mesmo após o início das operações de um projeto (CREMONEZ *et al*, 2014).

Dessa forma, é possível observar inúmeros métodos utilizados na Avaliação de Impacto Ambiental, os quais são de grande relevância para auxiliar no processo de avaliação e análise dos inúmeros impactos em que o meio ambiente pode ser acometido.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Segundo o estudo realizado, pode-se concluir que existem diversos métodos de Avaliação de Impacto Ambiental, o qual seu estudo permite ampliar os conhecimentos a respeito dos mesmos e possibilita a melhor escolha da metodologia de acordo com os diferentes casos que serão analisados. Entretanto, destacam-se as Matrizes de Interação, um dos métodos mais utilizados, sendo a Matriz de Leopold uma das mais difundidas dentro da literatura.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Fábio Souto; GARRIDO, F. S. R. G.; ALMEIDA, A. A. **Avaliação de impactos ambientais: uma introdução ao tema com ênfase na atuação do Gestor Ambiental**. Diversidade e Gestão, v. 1, p. 70-87, 2017.
- SANCHEZ, L.A. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina do Textos, 2008.
- ALMEIDA, Alexandre Nascimento de et al. **Principais deficiências dos Estudos de Impacto Ambiental**. Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v. 3, n. 4, p. 3-14, 2016.
- MARTINS, Thamires Silva; JUNIOR, Gersina Nobre da Rocha Carmo. **Avaliação de Impacto Ambiental: uma Revisão Sistemática sob a Ótica**. E&S ENGINEERING AND SCIENCE, v. 7, n. 2, p. 29-41, 2018.
- MORAES, C. D.; D'AQUINO, C. A. **Avaliação de impacto ambiental: uma revisão da literatura sobre as principais metodologias**. In: SIMPÓSIO DE INTEGRAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO SUL CATARINENSE, 5, 2016, Araranguá. Anais... . Araranguá: [s.n], 2016.
- CUNHA, S.B.; GUERRA, A.J.T. **Avaliação e perícia ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.
- CREMONEZ, F. E.; CREMONEZ, P. A.; FEROLDI, M.; CAMARGO, M. P.; KLAJN, F. F.; FEIDEN, A. **Avaliação de impacto ambiental: Metodologias aplicadas no Brasil**. Revista Monografias Ambientais, [s.l.], v. 13, n. 5, p.3821-3830, 16 nov. 2014. Universidade Federal de Santa Maria.

FINUCCI, M. **Metodologias utilizadas na avaliação do impacto ambiental para a liberação comercial do plantio de transgênicos: Uma contribuição ao estado da arte do Brasil.** 2010. 114 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

OLIVEIRA, F. C.; MOURA, H. J. T. **Uso das metodologias de avaliação de impacto ambiental em estudos realizados no Ceará.** Pretexto, Belo Horizonte, v. 10, n. 4, p.79-98, dez. 2009.

SANCHES, R. **A avaliação de impacto ambiental e as normas de gestão ambiental da série ISO 14000: características técnicas, comparações e subsídios à integração.** 2011. 268 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ciências da Engenharia Ambiental, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

MEDEIROS, R. D. **Proposta metodológica para avaliação de impacto ambiental aplicada a projetos de usinas de geração eólio-elétricas.** 2010. 110 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Tecnologia Ambiental, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2010.

QUALIDADE HIGIENICOSSANITÁRIA DE QUEIJOS DE COALHO E DE MANTEIGA PRODUZIDOS EM LATICÍNIO NÃO INSPECIONADO NO MUNICÍPIO DE IGARAPÉ GRANDE-MA

Data de aceite: 07/02/2020

Data de submissão: 10/12/2019

Hugo Napoleão Pires da Fonseca Filho

Mestre - Universidade Estadual do Maranhão

São Luís – Ma

<http://lattes.cnpq.br/6401455359967103>

Francisca Neide Costa

Profª Drª Universidade Estadual do Maranhão

São Luis – Ma

<http://lattes.cnpq.br/0900314205290656>

Sonivalde Santana

Mestre - Universidade Estadual do Maranhão

São Luís – Ma

Anna Karoline Amaral Sousa

Doutoranda - Universidade Estadual do Maranhão

São Luís – Ma

<http://lattes.cnpq.br/6656671248085354>

Herlane de Olinda Vieira Barros

Doutoranda - Universidade Estadual do Maranhão

São Luís – Ma

<http://lattes.cnpq.br/8281333471408426>

Rosiane de Jesus Barros

Doutoranda - Universidade Estadual do Maranhão

São Luís – Ma

<http://lattes.cnpq.br/4167274864798546>

Viviane Correa Silva Coimbra

Profª Drª Universidade Estadual do Maranhão

São Luis – Ma

<http://lattes.cnpq.br/5735297692590207>

Adriana Prazeres Paixão

Doutoranda - Universidade Estadual do Maranhão

São Luís – Ma

<http://lattes.cnpq.br/9251050234689040>

Maria de Lourdes Guimaraes Borges

Mestre - Universidade Estadual do Maranhão

São Luís – Ma

<http://lattes.cnpq.br/4650929838686743>

Francilene Miranda Almeida

Medica Veterinária – Agencia Estadual Defesa

Agropecuária - AGED

São Luís – Ma

<http://lattes.cnpq.br/3696127428099514>

Bruno Raphael Ribeiro Guimarães

Ministério da Agricultura Pecuária e

Abastecimento

São Luís – MA

<http://orcid.org/0000-0001-5419-6182>

RESUMO: Com o objetivo de avaliar as condições higienicossanitárias de amostras de queijos de coalho e queijo de manteiga produzidos em um laticínio não inspecionado localizado no município de Igarapé Grande - MA, no período de dezembro de 2013 a abril de 2014, foram analisadas 40 (quarenta) amostras de queijos, sendo 20 (vinte) de coalho e 20 (vinte) de manteiga, para averiguar o número mais provável de coliformes totais, coliformes termotolerantes e a pesquisa de *Staphylococcus*

coagulase positivo por meio de métodos analíticos oficiais. Como resultado, cinco amostras (25%) apresentavam-se insatisfatórias para coliformes totais e cinco (25%) para coliformes termotolerantes no queijo de coalho. Para o queijo de manteiga, todas as amostras estavam dentro dos padrões exigidos pela legislação vigente. Em relação à pesquisa de *Staphylococcus*, 14 (70%) das amostras de queijo de coalho e 10 (50%) de queijo de manteiga apresentaram esse micro-organismo, sendo que destas, quatro (20%) foram classificadas como *Staphylococcus* coagulase positivo, todas de queijo de coalho. Esses resultados indicam que as condições higienicossanitárias da produção dos queijos de coalho e de manteiga são insatisfatórias, podendo representar potencial risco para os consumidores deste produto.

PALAVRAS-CHAVE: Controle de Qualidade. Fábrica de Laticínios. Queijos. Serviço de Inspeção Oficial.

SANITARY HYGIENIC QUALITY OF COALHO CHEESE AND BUTTER CHEESE PRODUCED IN DAIRY NOT INSPECTED IN THE CITY OF IGARAPÉ GRANDE-MA

ABSTRACT: In order to assess the sanitary hygienic conditions from coalho cheese and butter cheese produced from a dairy plant not inspected in the city of Igarapé Grande - MA, from December 2013 to April 2014 were analyzed forty (40) cheese samples, 20 (twenty) of coalho and twenty (20) of butter, to determine the most probable number of total coliforms, fecal coliforms and coagulase positive *Staphylococcus* search through official analytical methods number. As a result, five samples (25%) of which were unsatisfactory for total coliform and five (25%) for fecal coliform in the coalho cheese. For butter cheese, all samples were within the standards required by law. Regarding research *Staphylococcus*, 14 (70%) of the samples of coalho cheese and 10 (50%) of cheese butter had this micro-organism, and of these, four (20%) were classified as coagulase positive *Staphylococcus*, all of coalho cheese. These results indicate that sanitary hygienic conditions of production of the coalho cheese and butter are unsatisfactory, may represent a potential risk to consumers of this product.

KEYWORDS: Quality Control. Dairy Industry. Cheese. Official Inspection Service.

1 | INTRODUÇÃO

Atualmente a quantidade de produtos disponíveis no mercado oferece ao consumidor a oportunidade de ampla escolha. Porém a garantia de alimentos seguros demanda a responsabilidade compartilhada do governo, dos profissionais do setor primário, da indústria, do comércio de serviços de alimentação e da população.

O risco de doenças veiculadas por alimentos deve ser reduzido ao máximo durante a sua produção, pois a inocuidade dos alimentos é questão fundamental de saúde pública. Na produção de alimentos, é essencial que medidas apropriadas sejam tomadas para garantir a segurança e estabilidade do produto durante toda a sua vida de prateleira e a chave para isso é produzir alimentos microbiologicamente

estáveis, ou seja, certificar-se que nenhum micro-organismo irá se multiplicar até doses infecciosas.

Os alimentos são a fonte de energia para os seres humanos e como a população mundial aumenta a cada ano, a indústria alimentícia possui um futuro cada vez mais promissor. Simultaneamente, a este crescimento aumenta também a exigência dos consumidores por alimentos saudáveis e em boas condições de consumo (TOMASI et al., 2007).

Em um processo tão complexo quanto à produção de alimentos, fatores como a probabilidade e a severidade da ocorrência de Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA's) devem ser considerados (LAMMERDING et al., 2001).

Os produtos lácteos por sua composição são alimentos indispensáveis para a alimentação humana, pois são altamente nutritivos, entretanto, suscetíveis de contaminação (SOUSA et al., 2006).

Os cuidados higiênicos para evitar a contaminação do leite e seus derivados devem ser adotados desde a ordenha até a obtenção do produto final (CATÃO & CEBALLOS, 2001).

A contaminação microbiológica na indústria de alimentos representa um sério perigo para a saúde do consumidor e acarreta grandes prejuízos econômicos. Os laticínios, pela própria matéria-prima que utilizam e pelo alto teor de umidade nos locais de produção, são particularmente suscetíveis a essa contaminação (PERRY, 2004).

A boa qualidade microbiológica do leite, seja ele pasteurizado ou cru, é fundamental para a preparação de bons queijos. Ela pressupõe um rebanho saudável, boas práticas de higiene na ordenha e no manuseio do leite, higienização eficiente dos equipamentos e utensílios utilizados e, finalmente, o resfriamento do leite a temperaturas entre 0-4 °C, no máximo 2 h após a ordenha (GERMANO & GERMANO, 2008).

Os principais micro-organismos envolvidos na contaminação do leite são as bactérias, visto que vírus, fungos e leveduras têm participação reduzida em termos de contaminação. Esses agentes etiológicos podem ser divididos em dois grupos principais (FONSECA & SANTOS, 2007): o das bactérias patogênicas (com significado em saúde pública), que são micro-organismos que podem causar doenças, infecção ou intoxicação a partir do consumo do leite cru ou de derivados, como por exemplo: *E.coli*, *Salmonella*, *Brucella abortus*, *Mycobacterium tuberculosis*; e as bactérias deteriorantes, que são aquelas que causam alterações nos principais componentes do leite, o que leva a redução da qualidade industrial e alterações sensoriais, mas não estão associadas à ocorrência de doenças.

Os primeiros queijos são tão antigos quanto a domesticação e criação de animais. A confecção do queijo foi uma solução encontrada, pelos nossos antepassados

remotos, para conservar o leite, já que os métodos de conservação dos alimentos se encontravam longe de ser inventados. Hipócrates, “médico” grego (450 a. C.), afirmava sobre o queijo: “És forte porque estás próximo da origem da criatura. És nutritivo porque manténs o melhor do leite. És quente porque és gordo” (CAMPOS, 2014).

O queijo destaca-se como veículo frequente de patógenos de origem alimentar, em especial, os queijos frescos artesanais (FEITOSA et al., 2003). A falta de critérios na qualidade da sua matéria-prima e nas técnicas do seu processamento permite que este produto chegue ao mercado com baixa qualidade, tanto do ponto de vista higienicossanitário, como em relação a sua padronização (NASSU et al., 2001). Durante o processo de produção, elaboração, transporte, armazenamento e distribuição, a contaminação microbiana dos alimentos é indesejável e nociva. Esse aspecto é encarado com tal rigor que para se conhecer a existência de possíveis deficiências higiênicas, que implicariam em contaminação do alimento, é necessário busca e averiguação frequente quanto à presença de micro-organismos patogênicos e indicadores de má qualidade higiênica (SALOTTI et al., 2006).

Os principais micro-organismos indicadores da qualidade higienicossanitária do leite e seus derivados são os *Staphylococcus aureus* e os coliformes a 35°C e a 45°C. Os coliformes a 35°C e a 45°C quando presentes em alimento pasteurizado indicam falhas no processamento ou contaminação pós-processamento, pois não devem sobreviver ao tratamento térmico (SILVA et al, 2006). A contaminação do queijo por esses micro-organismos está associada à contaminação de origem fecal e a provável presença de patógenos que causam a deterioração potencial do alimento (LANDGRAF, 1998).

A presença de *Staphylococcus aureus* em um alimento se interpreta, em geral, como um indicativo de contaminação a partir da pele, da boca e das fossas nasais dos manipuladores dos alimentos, no entanto o material e equipamentos sujos e as matérias primas de origem animal podem ser a fonte de contaminação. Quando se encontra um grande número de estafilococos em um alimento, significa, em geral, que as práticas de limpeza e desinfecção e o controle de temperatura não foram, em algum ponto, adequados (ICMSF, 1996).

A presença de coliformes nos alimentos é de grande importância para a indicação de contaminação durante o processo de fabricação ou mesmo pós-processamento. Segundo Franco & Landgraf (2005), os micro-organismos indicadores são grupos ou espécies que, quando presentes em um alimento, podem fornecer informações sobre a ocorrência de contaminação fecal, sobre a provável presença de patógenos ou sobre a deterioração potencial de um alimento, além de poder indicar condições sanitárias inadequadas durante o processamento, produção ou armazenamento.

Coliformes totais e *Escherichia coli* presentes em alimentos processados,

segundo Silva & Amstalden (1997), são indicativos de contaminação pós-sanitização ou pós-processo, evidenciando práticas de higiene e sanificação aquém dos padrões requeridos para o processamento de alimentos.

A Agência Estadual de Defesa Agropecuária do Maranhão (AGED-MA), juntamente com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), a Fundação de Proteção e Defesa do Consumidor do Maranhão (PROCON-MA) e o Laboratório Central do Maranhão (LACEN-MA), com vistas à reestruturação do Centro Integrado de Monitoramento da Qualidade dos Alimentos (CQUALI) e ao planejamento de uma ação conjunta, têm atuado no controle da produção e comercialização de produtos lácteos clandestinos produzidos no Médio Mearim e na Região Tocantina. Nesse sentido, foram interditados dois estabelecimentos no município de Igarapé Grande que produziam queijos de coalho e de manteiga sem registro em órgão de inspeção oficial.

O consumo de produtos clandestinos, em especial, os lácteos causa prejuízos não só à saúde pública como ao setor econômico. Além dos aspectos de segurança alimentar, o comércio ilegal contribui com o não recolhimento de impostos e a concorrência desleal com os estabelecimentos que operam legalmente (SINDILEITE, 2012).

Diante das considerações apresentadas, o objetivo deste trabalho foi avaliar as condições higienicossanitárias dos queijos de coalho e de manteiga produzidos em um laticínio não inspecionado no município de Igarapé Grande no estado do Maranhão, analisando o número mais provável de coliformes totais e coliformes termotolerantes, pesquisando a presença de *Staphylococcus coagulase positivo*.

2 | MATERIAL E MÉTODO

2.1 Área de estudo

A área de estudo fica no município de Igarapé Grande, que está localizado na mesorregião do Centro Maranhense e, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, possui área de 374,248 km², população estimada de 11.431 habitantes e rebanho bovino de 16.245 cabeças, cuja produção de leite em 2012 foi de 1.016.000 litros (IBGE, 2014).

2.2 Obtenção e preparo das amostras

Foram coletadas no período de dezembro de 2013 a abril de 2014 e de forma aleatória no local de produção, 40 (quarenta) amostras de queijo, de aproximadamente um quilo cada, embaladas a vácuo, sendo 20 (vinte) de coalho e 20 (vinte) de manteiga, produzidas no município de Igarapé Grande-MA. As amostras eram transportadas

em caixas isotérmicas sob refrigeração, por um percurso de aproximadamente quatro horas, até ao Laboratório de Microbiologia de Alimentos e Água da UEMA, onde foram analisadas quanto a determinação do número mais provável (NMP) de coliformes totais, coliformes termotolerantes e pesquisa de *Staphylococcus* coagulase positivo através das técnicas preconizadas pela Instrução Normativa nº 62, de 26/08/03 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2003).

De cada amostra foram pesadas 25g e adicionadas em frasco contendo 225mL de água peptonada estéril, homogeneizadas, formando a diluição 10⁻¹. A partir dessa diluição realizaram-se as demais diluições decimais até 10⁻³.

2.3 Determinação do número mais provável de coliformes totais e coliformes termotolerantes

- Fase Presuntiva

Foi utilizada a técnica dos tubos múltiplos que consiste em transferir 1mL de cada diluição preparada para uma série de 3 tubos de ensaio contendo 9mL de Caldo Lauril Sulfato Triptose (CLST) e tubos de fermentação (Tubos de Durham). Após homogeneização, os tubos foram incubados a 35°C durante 24-48 horas. As amostras positivas apresentaram produção de gás no interior dos tubos de fermentação.

- Fase Confirmatória de Coliformes Totais

Com o auxílio de uma alça de sementeira, alíquotas, dos tubos considerados positivos, foram transferidas para tubos de Caldo Verde Brilhante Bile Lactose 2% (VB) contendo tubos de fermentação. Após homogeneização, os tubos foram incubados a 35°C por 24-48 horas. A presença de gás no interior dos tubos de fermentação confirma a amostra como positiva. Através da tabela de Hoskins foi calculado o número mais provável de coliformes totais por grama da amostra sob análise.

- Fase Confirmatória de Coliformes Termotolerantes

A partir das amostras de queijos positivas em VB, alíquotas foram transferidas para tubos de Caldo *Escherichia coli* (EC) contendo tubos de fermentação. Em seguida, os tubos foram incubados em banho-maria a 44,5°C por 24 horas. A presença de gás nos tubos de Durham confirmou a presença de coliformes termotolerantes. O número mais provável foi calculado utilizando a mesma forma que os coliformes totais.

2.4 Contagem e pesquisa de *Staphylococcus* coagulase positivo

Com o auxílio de alça de drigalski, foram semeadas alíquotas de 0,1mL das diluições preparadas em placas de Petri contendo Ágar Baird Parker (BP) enriquecido com gema de ovo e Telurito de Potássio. A seguir, as placas foram incubadas a

35°C por 24-48 horas. As colônias que apresentaram cor negra brilhante, com anéis opacos e rodeados por um halo claro e transparente foram consideradas como sugestivas de *Staphylococcus* coagulase positivo. Sequencialmente, três a cinco colônias sugestivas de *Staphylococcus* foram semeadas em tubos de Caldo Infuso de Cérebro Coração (BHI) e estes incubados a 37°C por 24 horas. Do crescimento de BHI, 0,3mL foram transferidos para tubos de hemólise e adicionados 0,5mL de plasma de coelho liofilizado, oxalatado e diluído a 1:5 em solução de cloreto de sódio a 0,85% esterilizada. Os tubos foram incubados em banho-maria a 37°C a as leituras da prova de coagulase foram realizadas cada 2 horas até completar 24 horas. A prova foi considerada positiva quando havia coagulação do plasma mesmo na presença de um anticoagulante.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por se tratar de queijos de fabricação artesanal, os quais não possuem critérios microbiológicos regulamentados por legislação específica, tomou-se como parâmetro a Portaria nº 146/1996 de 07/03/96 do MAPA (BRASIL, 1996) que fixa parâmetros de requisitos microbiológicos para queijos de um modo geral.

O valor máximo encontrado na análise microbiológica do queijo de coalho foi de $2,4 \times 10^5$ NMP/g para coliformes totais e coliformes termotolerantes e $1,6 \times 10^5$ UFC/g para *Staphylococcus* sp, enquanto as contagens para os mesmos indicadores no queijo de manteiga foram, respectivamente, $2,3 \times 10^3$ NMP/g, 4×10^2 NMP/g e $4,8 \times 10^4$ UFC/g. O queijo de coalho apresentou valores superiores aos padrões microbiológicos exigidos pela legislação vigente, que são de 5×10^3 NMP/g para coliformes totais, 5×10^2 NMP/g para coliformes termotolerantes. No queijo de manteiga, os valores ficaram dentro dos padrões, que são de 10^4 NMP/g para coliformes totais e 5×10^3 NMP/g para coliformes termotolerantes. Não há padrão na legislação para *Staphylococcus* sp.

A presença de coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Staphylococcus* coagulase positivo presentes no queijo de coalho, em valores acima do aceitável, indicam falhas durante o processamento do produto, bem como possível contaminação após esse processo. Condições higienicossanitárias inadequadas do local, dos equipamentos e dos manipuladores também influenciam negativamente na qualidade do queijo. No estabelecimento em estudo foram observadas essas inadequações, que podem ter favorecido as contaminações por micro-organismos. Condições semelhantes às que foram detectadas por Morais (2008) em estabelecimentos produtores de alimentos artesanais na região do Alto do Jequitinhonha-MG. Os resultados obtidos nesta pesquisa foram semelhantes aos encontrados por Freitas et al. (2009) em que 50% das amostras apresentaram crescimento para coliformes

termotolerantes, estando fora dos padrões microbiológicos vigentes para o queijo de coalho, fabricados no município de Jucati-PE, com contagem $> 1,1 \times 10^4$. Duarte et al. (2005), quando estudaram micro-organismos indicadores de higiene em queijos de coalho produzidos e comercializados em Pernambuco, encontraram coliformes termotolerantes em valores acima do aceitável em 44,10% das amostras avaliadas.

Das 20 (vinte) amostras de queijo de coalho analisadas, cinco (25%) apresentaram contagem acima de 5×10^3 NMP/g de coliformes totais e cinco (25%) apresentaram contagem acima de 5×10^2 NMP/g para coliformes termotolerantes, ou seja, estavam fora do padrão permitido pela legislação vigente.

Todas as amostras de queijo de manteiga analisadas estavam dentro dos padrões exigidos pela legislação vigente, tanto para coliformes totais, quanto para coliformes termotolerantes.

Observou-se que os manipuladores de alimentos da fábrica em estudo têm hábitos de higiene inadequados, tais como não lavar as mãos após o uso do banheiro e não receberam nenhum tipo de treinamento em boas práticas de fabricação, o que pode ter contribuído para o aparecimento de amostras de queijo fora do padrão permitido pela legislação vigente.

De acordo com Salotti et al. (2006) é importante destacar que esse grupo de bactérias (coliformes termotolerantes) tem como *habitat* o trato intestinal do homem e outros animais e quando presente em alimentos é um indicativo de manipulação incorreta e falta da aplicação de procedimentos de boas práticas de fabricação, podendo ser considerado um indicativo de contaminação de origem fecal, evidenciando assim risco à saúde dos consumidores, pois podem estar associadas a micro-organismos patogênicos.

Em amostras de queijo manteiga produzidas no estado do Rio Grande do Norte, Feitosa et al. (2003) constataram a presença de coliformes totais em 84,6% das amostras, coliformes fecais em 15,4% das amostras, com confirmação de *E. coli* em 7,7%.

A evidência de coliformes nas análises microbiológicas pode ter como motivo o uso de leite não pasteurizado na produção dos queijos, devido à falta desse equipamento no estabelecimento.

Foi verificado *Staphylococcus* sp. em 14 (70%) amostras do queijo de coalho e em 10 (50%) amostras de queijo de manteiga, sendo quatro (20%) positivas para a prova de coagulase, todas do queijo de coalho.

A presença de *Staphylococcus* sp em 14 (catorze) amostras de queijo de coalho e em 10 (dez) amostras de queijo de manteiga, além de *Staphylococcus* coagulase positivo em 04 (quatro) amostras de queijo de coalho, está associada a uma série de não conformidades identificadas no laticínio, a saber: o estabelecimento não dispõe de pasteurizador no seu fluxograma de produção e não foram apresentadas

as carteiras de saúde dos manipuladores, além dos mesmos não terem participado de nenhum treinamento em boas práticas de fabricação.

Todas as condições que favorecem o desenvolvimento de micro-organismos foram encontradas na fábrica onde a pesquisa foi desenvolvida, tais como, piso irregular e desgastado, paredes sem impermeabilização, tetos sem forro, portas e janelas de madeira, além de máquinas e equipamentos em más condições de uso, contrariando as normas que regulamentam o registro de estabelecimentos de produtos de origem animal.

Observou-se que apesar dos queijos de coalho e de manteiga serem produzidos no mesmo local e com a mesma matéria prima, o queijo de manteiga apresentou-se dentro dos padrões legais e o que pode explicar essa constatação é que durante o processamento do queijo de manteiga, esse passa por um tratamento térmico que não ocorre com o queijo de coalho e a temperatura reduziu e/ou eliminou a microbiota contaminante do produto.

Kousta (2010), afirma que a presença destes micro-organismos em queijos, indica falhas na pasteurização ou contaminação pós-pasteurização, no caso do estabelecimento em estudo, a falha é a ausência da pasteurização, pois esse processo possui o objetivo de eliminar todos os micro-organismos indicadores e patogênicos.

Uma produção de queijos com qualidade, higiene e segurança para os consumidores, necessita de locais apropriados que possuam estrutura física adequada, exigida por legislação específica, além de ter equipamentos e edificações neste local, de acordo com as BPF, que garantam essas características aos produtos, pois eliminam as fontes genéricas de possíveis contaminações.

É importante destacar que a contaminação por *Staphylococcus coagulase* positivo pode ter sido causada por contato dos manipuladores com as fossas nasais, boca e mãos, uma vez que esta bactéria faz parte da microbiota da pele e mucosas e muitos indivíduos podem ser portadores, conforme afirmam Kanafani & Fowler (2006).

O maior problema que está associado à presença dessa bactéria nos alimentos é a produção de enterotoxinas, pois de acordo com Forsythe (2002), contagens superiores a 10^5 células/g podem propiciar a produção dessa substância, tornando esse alimento um risco à saúde do consumidor.

Staphylococcus coagulase positivo foi observado por Feitosa et al. (2003) em 72,7% das amostras de queijo de coalho produzidos no Rio Grande do Norte, com contagens variando de $7,0 \times 10^4$ a $1,3 \times 10^8$. Esses valores são considerados altos e acima do limite permitido pela legislação.

Nas 104 amostras de queijos tipo coalho analisadas por Sousa et al. (2014) foi verificado que 100 (96,15%) estavam fora dos limites aceitos pela legislação para

Staphylococcus coagulase positivo; 32 amostras (31%) também não seguiam a padronização exigida para coliformes termotolerantes.

Das 15 amostras de queijo coalho e de 15 amostras de queijo manteiga analisadas por Alencar (2008), uma (6,67%) de coalho e uma (6,67%) de manteiga, apresentaram contagem de 11×10^3 NMP/g de coliformes totais e coliformes a 45°C, respectivamente. Foram observadas em todas as amostras, contagens de *Staphylococcus sp.*, que variaram entre $1,2 \times 10^4$ a $8,4 \times 10^6$ UFC/g para queijo coalho, sendo que de 15 amostras, 11 (73,33%) foram positivas para a prova de coagulase. Para o queijo de manteiga as contagens variaram de 2×10^3 a $2,5 \times 10^6$ UFC/g, sendo que de 15, apenas uma (6,67%) amostra foi *Staphylococcus* coagulase positivo.

4 | CONCLUSÕES

O queijo de coalho analisado apresentou condições higienicossanitárias insatisfatórias quanto a presença de coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Staphylococcus* coagulase positivo.

As amostras de queijo manteiga analisadas apresentaram condições higienicossanitárias satisfatórias para coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Staphylococcus* coagulase positivo.

O proprietário conscientizou-se da importância de produzir um alimento seguro e solicitou o registro da sua fábrica de laticínios no Serviço de Inspeção Estadual, seguindo os trâmites legais, de acordo com as legislações vigentes, para a implantação de indústrias produtoras de alimentos de origem animal.

REFERÊNCIAS

AGED-MA – Agência Estadual de Defesa Agropecuária do Maranhão. Disponível em <<http://www.aged.ma.gov.br>> Acesso em 20 dez. 2012.

ALENCAR, C. N. **Qualidade microbiológica do queijo de coalho e de manteiga produzidos artesanalmente no município de Igarapé Grande (MA).** 2008, 22 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização). Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Estadual do Maranhão, 2008.

ABIQ – Associação Brasileira das Indústrias de Queijo. Disponível em <www.abiq.com.br> Acesso em 20 dez. 2012.

BANNERMAN, T. L. In: MURRAY, P. R.; BARON, E. J.; JORGENSEN, J. H.; PFALLER, M. A.; YOLKEN, R. H. **Manual Of Clinical Microbiology.** v.1. 8 ed. Asm Press: Washington, D.C.USA .p.384-404, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Decreto nº. 30.691 de 29 de março de 1952.** Aprova o novo Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. 1952.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Lei nº. 7.789 de 23 de novembro de 1989**. Dispõe sobre a Inspeção Industrial e Sanitária dos Produtos de Origem Animal e dá outras providências. 1989.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria nº. 146 de 07 de março de 1996**. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos. 1996.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 30 de 26 de junho de 2001**. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Manteiga da Terra ou Manteiga de Garrafa, Queijo de Coalho e Queijo de Manteiga. 2001.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003**. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. Secretaria de Defesa Agropecuária. 2003.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução de Diretoria Colegiada nº 216 de 15 de setembro de 2004**. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação. 2004.

CATÃO, R. M. R.; CEBALLOS, B. S. O. *Listeria* spp, coliformes totais e fecais e *E.coli* no leite cru e pasteurizado de uma indústria de laticínios, no estado da Paraíba. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 21, n. 3, set./dez., 2001.

CHAPAVAL, L. **Deteção de enterotoxinas produzidas por Staphylococcus aureus no leite bovino por eletroforese capilar e identificação dos isolados enterotoxigênicos via PCR**. 1999. 25f. Tese doutorado – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

CUNHA NETO, A.; SILVA, M. G. C.; STAMFORD, M. L. T. *Staphylococcus* enterotoxigênico em alimentos in natura e processados no estado de Pernambuco, Brasil. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 3, p. 263-271, set./dez. 2002.

DANTAS, D. S.; ARAÚJO, A. M.; SANTOS, J. O.; SANTOS, R. M. S.; RODRIGUES, O. G. Qualidade microbiológica do queijo de coalho comercializado no município de Patos, estado da Paraíba. **Revista Agropecuária Científica no Semi Árido**, v. 9, n. 3, p. 110-118, jul – set, 2013.

DUARTE, D. A. M.; SCHUCH, D. M. T.; SANTOS, S. B. Pesquisa de *Listeria monocytogenes* e microrganismos indicadores higiênico-sanitários em queijo-coalho produzido e comercializado no estado de Pernambuco. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.72, p.297-302, 2005.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Produção, Industrialização e Comercialização (Produção)**. Disponível em <<http://cnpqgl.embrapa.br/nova/informacoes/estatisticas/producao/producao.php>> Acesso em 29 nov. 2012.

FEITOSA, T.; BORGES, M. F.; NASSU, R. T.; AZEVEDO, E. H. F.; MUNIZ, C. R. **Pesquisa de Salmonella sp., Listeria sp. e microrganismos indicadores higiênico sanitários em queijos produzidos no Estado do Rio Grande do Norte**. Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos. Campinas, p. 162-165, 2003.

FONSECA, L.F.L.; SANTOS, M.V. **Estratégias de controle de mastite e melhoria da qualidade do leite**. Barueri: Manole, 2007. 314p.

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da Segurança Alimentar**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

FRANCO, B. D. G.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. Rio de Janeiro: Atheneu, 2005.p 27-171.

FREITAS FILHO, J. R.; SOUZA FILHO, J. S.; OLIVEIRA, H. B.; BERTO, J. H. Avaliação da qualidade do queijo “coalho” artesanal fabricado em Jucati – PE, **Revista Eletrônica de Extensão**, v. 6, n. 8, 2009.

GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S. **Higiene e Vigilância Sanitária de Alimentos**. 3ª ed. Revisada e ampliada. São Paulo: Manole, 2008. 986 p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <<http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?lang=&codmun=210520&search=ligarape-grande>> Acesso em 03 fev. 2014.

ICMSF. International Commission on Microbiological Specifications for Foods. Microorganisms in foods 5: **Microbiological Specifications of Food Pathogens**. London: Blackel Academic & Professional, 1996. p. 4-14, 513.

KANAFANI, Z. A.; FOWLER, V. G. J. Infecciones por *Staphylococcus aureus*: nuevos retos para un viejo patógeno. **Enfermedades Infecciosas Microbiología Clínica**, v. 24, n. 3, p. 182-193, 2006.

KOUSTA, M. Prevalence and sources of cheese contamination with pathogens at farm and processing levels. **Food control**, v. 21, p. 805-815, 2010.

LAMMERDING, A. M.; FAZIL, A. M.; PAOLI, G. M. Microbial Food Safety Risk Assessment. In: ITO, K. F. **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. 4 ed. Ann Arbor: Sheridan Books, v.29, p.267-281, 2001.

LANDGRAF, M. **Surto de intoxicação alimentar por *Staphylococcus aureus* em Brodowisky-SP**, Brasil. in: Livro de Resumos. p.70. V Congresso Brasileiro de Microbiologia e Higiene dos Alimentos, Águas de Lindóia-SP, 1998.

MARANHÃO. Secretaria de Estado da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural. **Lei nº. 8.761 de 1º de abril de 2008**. Dispõe sobre a prévia Inspeção Industrial e Sanitária dos Produtos de Origem Animal no Estado do Maranhão e dá outras providências. 2008.

_____. Agência Estadual de Defesa Agropecuária do Maranhão. **Portaria nº 270 de 10 de junho de 2009**. Aprova os Procedimentos Operacionais Padrão da Coordenadoria de Inspeção Animal. 2009.

MORAIS, H. A. **Qualidade higienicossanitária da água e dos utensílios, equipamentos e superfícies utilizados para a produção de alimentos artesanais na região do Alto do Jequitinhonha, MG**. Revista Higiene Alimentar, v.22, p.41-45, out. 2008.

NASSU, R. T.; ARAÚJO, R. S.; BORGES, M. F.; LIMA, J. R.; MACÊDO, B. A.; LIMA, M. H. P.; BASTOS, M. S. R. **Diagnóstico das condições de processamento de produtos regionais derivados do leite no estado do Ceará**. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, n. 1. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2001. 28p.

PEREIRA, M. L.; GASTELOIS, M. C. A.; BASTOS, E. M. A. F.; CAIAFFA, W. T.; FALEIRO, E. S. C. Enumeração de coliformes fecais e presença de *Salmonella* sp em queijo minas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.51, n.5, out. 1999.

PERRY, K. S. P. **Queijos: aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos**. Revista Química Nova, v.27, p.293-300, 2004.

PONSANO, E. H. G.; PINTO, M. F.; JORGE, A. F. L. Variação sazonal e correlação entre propriedades do leite utilizadas na avaliação de qualidade. **Revista Higiene Alimentar**, v. 13, n.64, p.35-38, 1999.

RITTER, R., SANTOS, D., BERGMANN, G.P. Análise da qualidade microbiológica do queijo colonial,

não pasteurizado, produzido e comercializado por pequenos produtores no Rio Grande do Sul. **Revista Higiene Alimentar**, v.15, n.87, p.51-55, 2001.

SALOTTI, B. M.; CARVALHO, A. C. F. B.; AMARAL, L. A. **Qualidade microbiológica do queijo minas frescal comercializado no município de Jaboticabal, SP, Brasil**. Arquivos do Instituto Biológico, v.73, p. 171-175, 2006.

SANTOS, M.V.; FONSECA, L.F.L. Importância e efeito de bactérias psicrotróficas sobre a qualidade do leite. *Revista Higiene Alimentar*, v. 15, n. 82, p. 13-19, 2001.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Queijo coalho: aspectos técnicos de produção**. Série Agroindústria. Recife: SEBRAE-PE, 1994. 44p.

SILVA M.P.; CAVALLI D. R.; OLIVEIRA T. C. R. M. **Avaliação do padrão coliformes a 45°C e comparação da eficiência das técnicas dos tubos múltiplos e Petrifilm EC na detecção de coliformes totais e *Escherichia coli* em alimentos**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v.26, n. 2, p. 352-359, 2006.

SILVA, N; AMSTALDEN, V. C. **Manual de Métodos de Análises Microbiológicas de Alimentos**, São Paulo: Livraria Varela, 1997. p31.

SINDILEITE-MA – Sindicato das Indústrias de Leite e Derivados do Estado do Maranhão. Disponível em <<http://www.terraviva.com.br/cliq/queijosmaranhao.html>> Acesso em 20 dez. 2012.

SOARES, M. J. S. ; TOKURO-MIYAZAKI, N. H.; NOLETO, A. L. S., FIGUEIREDO, A.M.S. Enterotoxin Production by *Staphylococcus aureus* clones and detection of Brazilian epidemic MRSA clones hvud (III::B:A) among isolates from food handler workers. **Journal of Medical Microbiology**. 48:1-8. 1997.

SOUSA, A. Z. B.; ABRANTES, M. R.; SAKAMOTO, S. M.; SILVA J. B. A.; LIMA, P. O.; LIMA, R. N.; ROCHA, M. O. C.; PASSOS, Y. D. B. **Aspectos físico-químicos e microbiológicos do queijo tipo coalho comercializados em estados do nordeste do Brasil**. Arquivos do Instituto Biológico, São Paulo, v.81, n.1, p. 30-35, 2014.

SOUSA, R. A.; FUIGUEIREDO, E. A. T.; MAIA, G. A.; FRIZZOS, E. **Incidência de Listeria Monocitogeneses em Queijo de Coalho Artesanal, Comercializado a temperatura Ambiente, em Fortaleza, CE**. *Revista Higiene alimentar*, v. 20 - n 138, p. 66-69, Jan./Fev. de 2006.

TOMAS, M.; FERNANDES, A. R. M.; PESSATTI, M. L.; DAZZI, R. L. S. **Sistema para Gerenciamento da Produção e Avaliação da Qualidade de Pescados**. *Revista Ciências Exatas e Naturais*, v.9, n. 2, Jul/Dez, 2007.

RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS E SEU REAPROVEITAMENTO EM UM SISTEMA DE COMPOSTAGEM

Data de aceite: 07/02/2020

Eduardo Antonio Maia Lins

Universidade Católica de Pernambuco e Instituto
Federal de Pernambuco
Recife – Pernambuco

Edil Mota Lins

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Recife – Pernambuco

Cecília Maria Mota Silva Lins

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Cabo de Santo Agostinho – Pernambuco

Camilla Borges Lopes da Silva

Instituto Federal de Pernambuco
Recife – Pernambuco

Daniele de Castro Pessoa de Melo

Instituto Tecnológico de Pernambuco
Recife – Pernambuco

Walter Santiago da Silva

Instituto Federal de Pernambuco
Recife – Pernambuco

Raphael Henrique dos Santos Batista

Instituto Federal de Pernambuco
Recife – Pernambuco

Wanderson dos Santos Sousa

Instituto Tecnológico de Pernambuco
Recife – Pernambuco

Fábio Correia de Oliveira

Centro Universitário Maurício de Nassau
Recife – Pernambuco

Andréa Cristina Baltar Barros

Centro Universitário Maurício de Nassau
Recife – Pernambuco

Maria Clara Pestana Calsa

Centro Universitário Maurício de Nassau
Recife – Pernambuco

Adriane Mendes Vieira Mota

Centro Universitário Maurício de Nassau
Recife – Pernambuco

RESUMO: O Instituto Federal de Pernambuco (IFPE) - Campus Recife vem construindo sua Política Ambiental em vista de adequar-se à Política Nacional de Resíduos Sólidos. Enquanto isso, a instituição destina seus resíduos sólidos orgânicos em aterro sanitário através de uma empresa terceirizada. O objetivo deste trabalho foi realizar estudos relacionados ao tratamento de resíduos orgânicos gerados no IFPE. Observou-se que, a disponibilidade de resíduos alimentares era quase nula, enquanto a de aparas de grama e serrapilheira era de maior disponibilidade. Por meio de estudos realizados acerca do tema implantou-se um projeto piloto de compostagem desses resíduos, utilizando baldes plásticos de 70L como as leiras de compostagem e preenchendo-os da seguinte maneira: a composteira 1, preenchida com 30%, em volume de serrapilheira e outros 70% de poda; a composteira 2, composta de 30%

de poda e os 70% de volume restantes, com serrapilheira, além da adição de fungos em cupinzeiros coletados na mata localizada na própria instituição; a composteira 3, preenchida com 50%, em volume, de poda e 50% de serrapilheira. As análises compreenderam atributos físico-químicos de pH, temperatura e umidade. Após um período de quatro meses de análise, pôde-se observar que o produto obtido dos materiais das três leiras tornou-se um produto quase que homogêneo e humificado. O projeto, mesmo que incipiente e operacionalizado por pouco capital humano e financeiro, veio a apresentar um potencial de produção e utilização do produto final em serviços agrícolas de forma comercial ou interna na própria instituição de ensino.

PALAVRAS-CHAVE: Análise, Lixo, Gestão, Reciclagem.

ORGANIC SOLID WASTE AND ITS RECOVERY IN A COMPOSTING SYSTEM

ABSTRACT: The Federal Institute of Pernambuco (IFPE) - Campus Recife has been building its Environmental Policy in order to adapt to the National Policy of Solid Waste. Meanwhile, the institution disposes of its organic solid waste in landfill through an outsourced company. The objective of this work was to carry out studies related to the treatment of organic waste generated in IFPE. It was observed that the availability of food waste was almost zero, while that of grass and litter was more available. Through studies carried out on the subject, a pilot project for composting these residues was implemented, using 70L plastic buckets as the compost windrows and filling them as follows: composter 1, filled with 30%, in litter volume and another 70% pruning; composter 2, composed of 30% pruning and the remaining 70% of volume, with litter, besides the addition of fungi in termites collected in the forest located in the institution itself; composter 3, filled with 50% by volume of pruning and 50% of litter. The analyzes comprised physicochemical attributes of pH, temperature and humidity. After a period of four months of analysis, it was observed that the product obtained from the materials of the three rows became almost homogeneous and humidified. The project, although incipient and operationalized by little human and financial capital, came to have a potential for production and use of the final product in agricultural services commercially or internally in the educational institution itself.

KEYWORDS: Analysis, Waste, Management, Recycling.

1 | INTRODUÇÃO

Desde a Declaração de Estocolmo (1972) as universidades e demais Instituições de Ensino Superior (IES) passaram a ter importante papel no contexto do crescimento sustentável. Essa situação ficou mais reforçada com a publicação do Relatório do Comitê Preparatório (1991), Declaração do Rio (1992) e a Agenda 21 (1992). Esses documentos continham medidas e objetivos recomendados pela ONU às IES no tocante à temática, como a educação de todos para o desenvolvimento sustentável e atividade de geração e disseminação de informações (FOUTO, 2002).

A educação é expressamente colocada como um instrumento privilegiado para alcançar o desenvolvimento sustentável (UNESCO, 1997).

De acordo com Barbieri & Silva (2011) baseados na Declaração de Tessalônica, afirmam que a educação e a consciência pública adequadas constituem pilares da sustentabilidade envolvendo, além do meio ambiente, a pobreza, a população, a saúde, a segurança alimentar, a democracia, os direitos humanos e a paz.

A gestão ambiental, no âmbito institucional, exige a formulação de estratégias baseadas na educação ambiental que sejam eficientes e abrangentes, de modo a garantir um programa de gestão institucional voltada para uma óptica de proteção ao meio ambiente e desenvolvimento da percepção ambiental da própria instituição, estando isso consolidado, gerar-se-á uma perspectiva sistêmica dos diversos aspectos ligados à gestão institucional sustentável (LINS et al, 2018).

De acordo com Tauchen e Brandli (2006), o papel de destaque assumido pelas Instituições de Ensino (IEs) no processo de desenvolvimento tecnológico, na preparação de estudantes e fornecimento de informações e conhecimento, pode e deve ser utilizado também para construir o desenvolvimento de uma sociedade sustentável e justa. Para que isso aconteça, entretanto, torna-se indispensável que essas organizações comecem a incorporar os princípios e práticas da sustentabilidade, seja para iniciar um processo de conscientização em todos os seus níveis, atingindo professores, funcionários e alunos, seja para tomar decisões fundamentais sobre planejamento, treinamento, operações ou atividades comuns em suas áreas físicas. Existem razões significativas para implantar um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) numa Instituição de Ensino, entre elas o fato de que estas podem ser comparadas com pequenos núcleos urbanos, envolvendo diversas atividades de ensino, pesquisa, extensão e atividades referentes à sua operação por meio de bares, restaurantes, alojamentos, centros de conveniência, entre outras facilidades. Além disto, um campus precisa de infraestrutura básica, redes de abastecimento de água e energia, redes de saneamento e coleta de águas pluviais e vias de acesso.

Segundo Fonseca Filho et al. (2018), existem no mundo cerca de 140 IES que incorporam políticas ambientais na administração e gestão acadêmica, inclusive através da implantação de pró-reitorias de sustentabilidade. No Brasil, várias IES apresentam compromissos com a gestão ambiental, porém poucas possuem órgãos específicos destinados a isso.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010) (BRASIL, 2010) previu, no art. 36, inciso V, a necessidade de implantação, pelos titulares dos serviços, “de sistemas de compostagem para resíduos sólidos orgânicos e articulação com os agentes econômicos e sociais formas de utilização do composto produzido”. Desta forma, entende-se que a promoção da compostagem da fração orgânica dos resíduos, assim como a implantação da coleta seletiva e da disposição final

ambientalmente adequada dos rejeitos, faz parte do rol de obrigações dos municípios instituída pela Lei 12.305/2010. Estes são tratados de forma econômica e eficaz por meio da degradação biológica da matéria orgânica, ao ser reduzida em volume e estabilizar, quando os “(...) elementos, antes imobilizados na forma orgânica, tornam-se disponíveis para as plantas num processo conhecido como mineralização” (DE AQUINO et al, 2005, p.1).

Segundo a instrução normativa nº 10, de 12 de novembro de 2012, que estabelece as regras para elaboração dos planos de gestão de logística sustentável da lei nº 7.746/12, todos os campi de ensino do Instituto Federal de Pernambuco (IFPE) devem elaborar, individualmente, um plano de ação em prol da gestão mais sustentável da instituição. Dentro desse contexto, surgiu a implantação de uma Política Ambiental para o IFPE (Resolução 41 de 29 de dezembro de 2017) baseada na NBR ISO 14001/2004 e nas políticas ambientais ora existentes, como por exemplo a Política nacional do Meio ambiente de 1981 (LINS et al., 2018). A implantação da política ambiental baseou-se na natureza, a escala, ao porte, e aos impactos ambientais negativos da organização. Dentro das metas dessa política institucional implementada encontra-se o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, sob a ótica da Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS (BRASIL, 2010).

Desta forma, o presente trabalho buscou avaliar o potencial existente do IFPE-Campus Recife, quanto à recuperação de recicláveis orgânicos, para isso, foram-se definidos como objetivos específicos como a implantação do projeto piloto de compostagem; realização do preenchimento das composteiras com resíduos orgânicos do IFPE-Campus Recife; análise dos atributos de umidade, temperatura e pH; estimativa, como base na regulação nacional, da utilização do produto final para uso agrícola.

2 | METODOLOGIA

O IFPE - Campus Recife comporta, nos três turnos, mais de 6 mil alunos em 78 cursos de diversas modalidades: técnico integrado, proeja, subsequente, tecnológico, licenciatura, bacharelado e pós-graduação; além de cerca de 500 servidores. Mesmo sendo um local onde milhares de pessoas transitam, a instituição, em termos de compostagem é considerada como de pequena-média escala, de tal maneira que o material utilizado para a implantação e monitoramento dos sistemas de compostagem não requerem grandes investimentos humanos e financeiros, o que é passível de ser financiado e operacionalizado por alguns indivíduos. No presente estudo em questão, a separação dos resíduos sólidos orgânicos oriundos das lixeiras dos blocos, foi realizado em ação conjunta com os pesquisadores do projeto, em parceria com funcionários da equipe de limpeza da instituição. Após a

separação na quantidade pré-determinada para os três reservatórios, os resíduos foram homogeneizados aos resíduos de podas e grama provenientes do Campus.

A implantação do projeto piloto foi baseada em três baldes plásticos de 70L contendo tampa e que foram perfurados (cerca de 3mm para passagem de ar), tornando o modelo de compostagem aeróbia. Para preenchimento dos baldes (composteiras), foram coletados materiais orgânicos oriundos do próprio Instituto, lançadas nas proporções indicadas para cada balde.

A composteira 1 foi preenchida com 50%, em volume, de serragem e outros 50% de poda. A composteira 2, em volume, foi preenchida com 33% de serragem, 33% de poda e 34% de fungos. Já a composteira 3 foi preenchida na proporção, em volume, de 70% de poda e 30% de serragem. De acordo com Maragnol et al. (2007), o uso da serragem, ao mesmo tempo em que permite absorver umidade da massa de resíduos orgânicos, apresenta características que poderiam evitar a compactação dessa massa, melhorando a aeração da mesma e com isso favorecendo o processo. Ressalta-se que ela é encontrada em abundância nos armazéns e nas madeiras das proximidades da instituição. As serragens foram obtidas sem custo numa madeira da região, e ainda representou uma opção de destino adequado para tais resíduos.

Para captação dos dados referentes aos atributos de umidade, temperatura e pH em cada composteira foi utilizado um equipamento eletrônico que permitiu aos pesquisadores rápida verificação dos dados, analisados diariamente.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Disponibilizou-se um tempo até que a atividade biológica (microrganismos, bactérias e fungos) crescesse em quantidade e desse início ao processo de bioestabilização do composto. Nesse período, no que tange aos reservatórios sob o processo de compostagem, esperava-se inclusão de microrganismos termofílicos e um acentuado aumento de temperatura (40°C a 60°C). Além disso, a sanitização de organismos patogênicos. Após essa fase, a maturação do composto ao passar pelo processo de humificação que torna o material bruto dos resíduos novamente disponível para utilização agrícola o qual dar-se o nome de húmus. A aplicação de composto imaturo no solo leva à inviabilidade na utilização do nitrogênio do meio (relação carbono/nitrogênio elevada) e/ou produção excessiva de amônia, que por muitas vezes passa a ser tóxica para as plantas (relação carbono/nitrogênio baixa) (HERBERTS et al., 2005).

Observa-se na Figura 1 que as taxas de temperatura das leiras de compostagem ao longo de todo período da pesquisa apresentam picos baixos, diferentemente das referências das literaturas analisadas (De AQUINO, 2005) que sugerem temperaturas

entre 45°-60° C. Além disso, essas taxas de temperatura não foram variantes entre as composteiras. A este fato, sugere-se que em decorrência dos furos nos baldes, o contato com a umidade externa que não permitiu o aumento da temperatura.

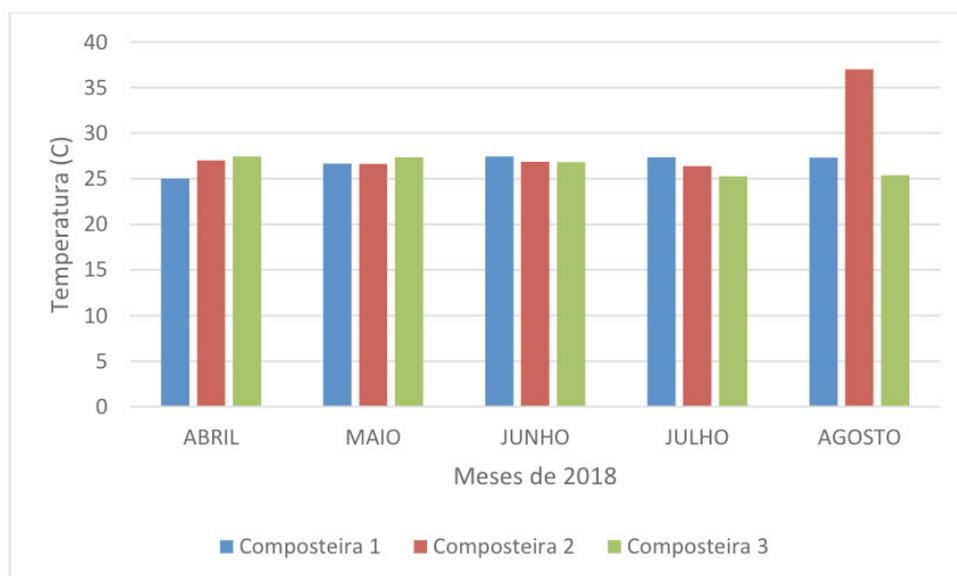


Figura 1 - Gráfico da Temperatura nas Composteiras 1, 2 e 3.

Fonte: Os Autores (2019).

Os níveis de pH (Figura 2) encontrados nas leiras de compostagem mantiveram-se na faixa de 7 até 8,5, especificamente na leira que possuía adição de fungo em cupinzeiro. Ao longo do período de análise, os níveis foram consoantes com o que se esperava, finalizando em um valor que se encontra de acordo com a legislação vigente (BRASIL, 2009) e adequado para utilização posterior na agricultura residencial ou institucional. Não houve, assim como na temperatura, alterações substanciais ao longo do tempo.

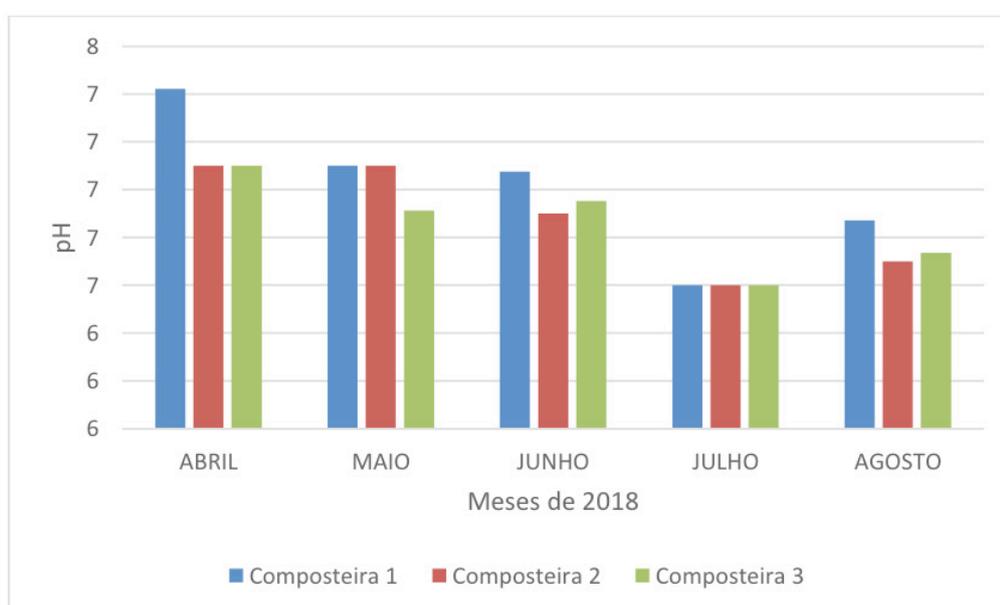


Figura 2 - Gráfico do pH nas Composteiras.

Fonte: Os Autores (2019).

O terceiro atributo analisado por meio de equipamento eletrônico, foi o de umidade das leiras. Este é um fato correlato à temperatura e que se apresenta de vital importância para análise de como procedeu o processo. Ressalta-se que, como afirmado na metodologia, o local de guarda dos reservatórios era fechado, sendo assim não suscetível às mudanças naturais de sol e chuva.

A umidade das leiras se manteve, na maior parte do tempo, variando nos níveis de DRY, DRY+ e NOR (seco, muito seco e normal, respectivamente), como pode ser observado nas Figuras 3 a 5. Assim como à temperatura, atribui-se que o fato da perda dos níveis de umidade ao longo do tempo.

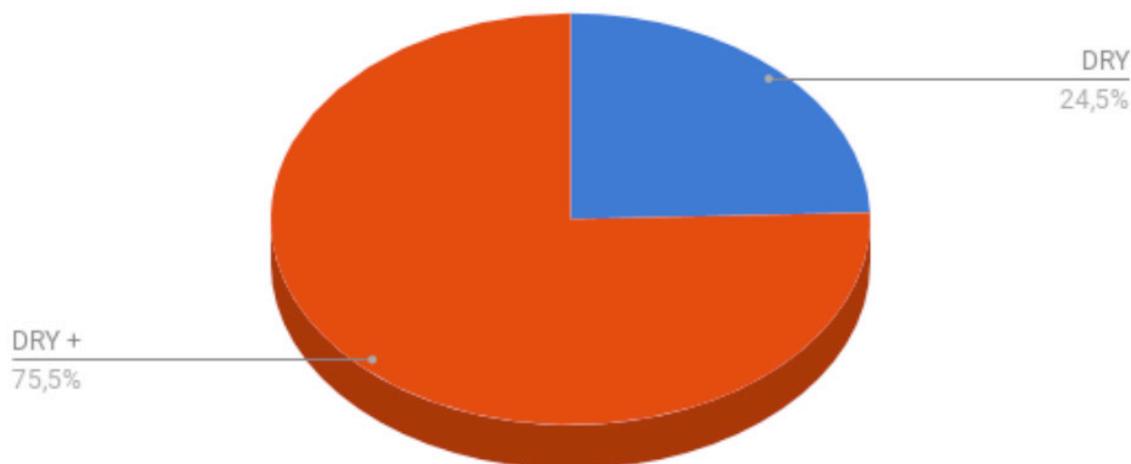


Figura 3 - Gráfico da Umidade na Composteira 1.

Fonte: Os Autores (2019).

A legislação brasileira vigente (BRASIL, 2009), que dá base regulatória acerca das especificações de compostos e biofertilizantes, classifica estes em quatro categorias (A, B, C e D), tomando como base a origem dos resíduos. Os produtos classificados na categoria “A”, apresentam as seguintes características: matéria-prima de origem vegetal ou de processamento da agroindústria, não empregando no processo metais pesados tóxicos, elementos ou compostos orgânicos sintéticos potencialmente tóxicos, resultando em produto de utilização segura na agricultura. Sendo assim, o produto final obtido das três leiras, classifica-se, em tese, em um composto de classe A, devido à sua origem, não levando em conta uma análise mais profunda em termos de qualidade, visto que seria um processo para além deste projeto de pesquisa.

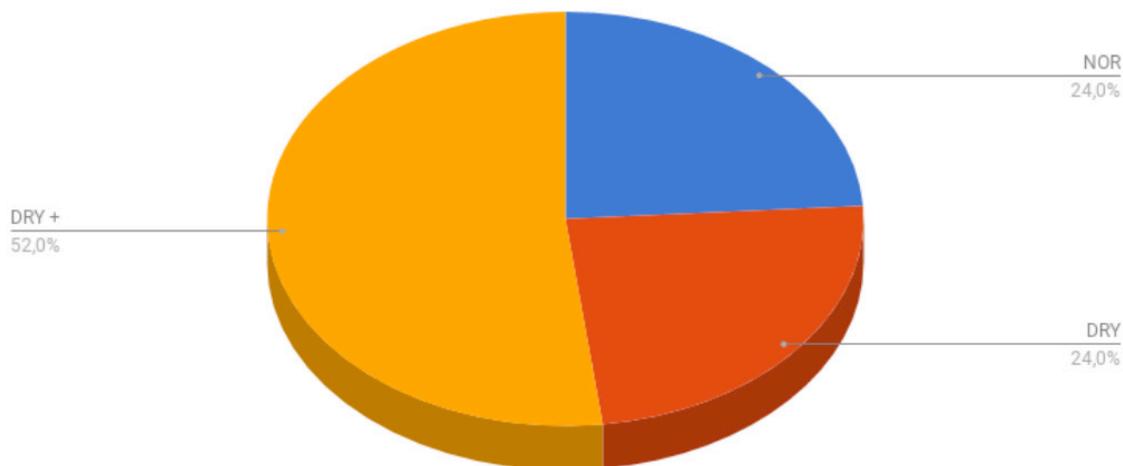


Figura 4 - Gráfico da Umidade na Composteira 2.

Fonte: Os Autores (2019).

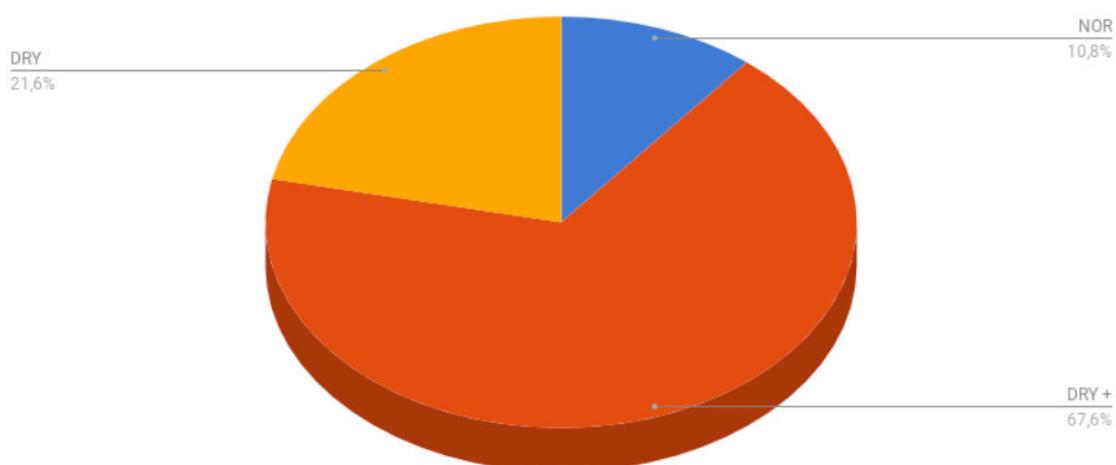


Figura 5 - Gráfico da Umidade na Composteira 3.

Fonte: Os Autores (2019).

Em virtude de todos os resíduos que foram utilizados serem provenientes da própria IES, observou-se no processo de compostagem, uma alternativa simples e que não onera de forma financeira, em contraponto ao método atualmente utilizado por parte da IES de dispor, por meio de uma empresa terceirizada, esses resíduos em um aterro. As aparas de grama e serrapilheira são amplamente disponíveis, em vista de sua retirada semanal, independente das estações do ano - visto no Recife as amplitudes térmicas não são tão grandes - além de o regime de chuva e sol ser mais uniforme quando comparado as regiões Sul e Sudeste do Brasil que propicia o rápido crescimento vegetal na instituição. Observa-se assim, com este projeto de pesquisa, o nascimento de um caminho alternativo, que busca colocar a IES em conformidade com o preconiza a política ambiental, de tornar-se uma instituição de referência nacional em formação profissional que promove educação, ciência e tecnologia de forma sustentável.



Figura 6 - Produto final de uma das leiras de compostagem.

Fonte: Os Autores (2019).

Para que o progresso sustentável tome corpo e sua filosofia seja aplicada de forma prática em níveis globais ou locais, faz-se necessário ter a educação como aliada. Ela está situada na discussão e difusão dos conhecimentos, valores essenciais, princípios e suas técnicas, sejam elas na agricultura, no momento de consumir. Para a implantação final deste de reaproveitamento de resíduos sólidos orgânicos e demais projetos sustentáveis promovidos no interior dos campi da instituição, a importância de educadores na tomada do projeto final. Este, além de sua atividade funcional, deverá também proporcionar aos discentes e docentes a sua contribuição no meio de forma que o projeto não se resuma às atividades preconizadas de reaproveitamento, mas que também venha a fazer parte da dos currículos de ensino compatíveis com a temática de ensino, podendo ser palco de: aulas, workshops, palestras, oficinas etc.

4 | CONCLUSÕES

Os resultados obtidos das leiras de compostagem, apresentaram, com decerto nível de heterogeneidade, um produto humificado. As partículas de maior granulometria, provenientes da adição de serrapilheira foram as que demonstraram maior potencial de quebra e se tornaram poucos visíveis após os três meses de compostagem.

O produto final obtido das três leiras, classifica-se, em tese, em um composto

de classe A, devido à sua origem, não levando em consideração uma análise mais profunda em termos de qualidade.

Observou-se com este projeto de pesquisa, o nascimento de um caminho alternativo, e que busca colocar a IES de acordo com o preconiza a sua visão, de tornar-se uma instituição de referência nacional em formação profissional que promove educação, ciência e tecnologia de forma sustentável.

Ao buscar métodos que façam utilização de processos e produtos disponíveis naturalmente, tal como se apresenta a compostagem, é consoante com a visão do Instituto de tornar-se uma instituição de referência no âmbito do desenvolvimento sustentável.

Priorizando a utilização de materiais naturalmente disponíveis para a construção dos espaços para o reaproveitamento dos resíduos sólidos orgânicos, foram projetadas leiras a serem confeccionadas com bambus e escoras de madeira para a sustentação vertical destes, de tal maneira que a implantação do projeto fosse realizada de maneira sustentável.

REFERÊNCIAS

BARBIERI, J. C.; SILVA, D. da. Desenvolvimento sustentável e educação ambiental: uma trajetória comum com muitos desafios. **Rev. Adm. Mackenzie** - RAM, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 51-82, jun. 2011.

BRASIL (2010) 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. Brasília: Diário Oficial da União.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 25, de 23 de julho de 2009**. Aprova as Normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 28 jul. 2009. Seção 1, p.20.

DE AQUINO, A. M.; OLIVEIRA, A. M.; LOUREIRO, D. C.; Integrando compostagem e vermicompostagem na reciclagem de resíduos orgânicos domésticos. **Embrapa Agrobiologia-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2005.

FONSECA FILHO, L. F.; BOGDEZEVICIUS, C. R.; FAGANELLO, C. R. F. Gestão Ambiental nas Instituições de Ensino Superior: Uma Análise da Universidade Federal do Sul da Bahia – UFSB, **Revista de Administração**, v.1, 2018.

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), 2002.

HERBETS, R. A.; Compostagem de resíduos sólidos orgânicos: aspectos biotecnológicos. **Revista Saúde e Ambiente**, v. 6, n. 1, 2005.

MARAGNOL, E. S., TROMBIN, E. F., VIANA, E. O uso da serragem no processo de minicompostagem, **Eng. Sanit. Ambient.** vol.12 no.4 Rio de Janeiro Oct./Dec. 2007

LINS, E. A. M., SANTANA, T. H. A., SILVA, W. S., SILVA, G. L., SANTANA, J. C. G. **Reaproveitamento dos Resíduos Sólidos Orgânicos Através do Uso da Compostagem em um Instituto Federal - Estudo de Caso no Campus Recife**. Anais IX Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. São Bernardo do Campo, SP, IBEAS, 2018.

TAUCHEN, J.; BRANDLI, L. L. A gestão ambiental em instituições de ensino superior: modelo para implantação em campus universitário. **Revista Gestão & Produção**, v. 13, n. 3, p. 503-515, 2006.

UNESCO. **Educación para um futuro sostenible: una visión transdisciplinaria para una acción concertada**. Paris: Unesco, EPD-97/CONF.401/CLD.1, 1997.

ÍNDICE DE VEGETAÇÃO POR DIFERENÇA NORMALIZADA (NDVI) COMO FERRAMENTA DE ANÁLISE DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL DA MICROBACIA DO CAMPUS II DO CENTRO UNIVERSITÁRIO CATÓLICA DO TOCANTINS

Data de aceite: 07/02/2020

Lucas Antonio Vanderlei Amorim

Acadêmico de Engenharia do Centro Universitário Católica do Tocantins.

E-mail: lucasam13@hotmail.com

RESUMO: Situada no campus II do Centro Universitário Católica do Tocantins, a microbacia hidrográfica que é afluente do córrego Ribeirão Taquaruçu Grande tem sido alvo de constantes impactos na sua fitogeografia. A região da unidade II é rodeada por propriedades com usos do solo variados como condomínios, campos de tiro, aras, além de uma estação de tratamento de água e outras propriedades privadas. Apesar de não se utilizar do recurso diretamente, a nascente ali presente sofre anualmente com queimadas que afetam não só áreas próximas ao percurso do córrego, mas também a área da APP. A área de preservação permanente (APP), não corresponde ao mínimo necessário, pois, a frequência de queimadas impede a recuperação natural da vegetação facilitando a invasão de espécies exóticas o que contribui para processos de redução da capacidade ambiental de reestabelecer seu equilíbrio. O curso d'água deixou de ser perene e passou a ser intermitente, pois, mesmo a nascente sendo perene o fluxo e o volume de

água foram alterados pelos impactos gerados ao longo dos anos tornando a nascente incapaz de manter o fluxo de água no leito do córrego no período de seca. O presente resumo apresenta uma metodologia de análise da cobertura fitogeográfica da microbacia do Campus II, através do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). E dessa forma, gera informações importantes sobre a dinâmica da microbacia.

PALAVRAS-CHAVE: Monitoramento; Degradação fitogeográfica; NDVI.

INTRODUÇÃO

É fato que o Brasil tem passado por mudanças significativas em seu clima e sua hidrografia. As áreas de preservação permanentes (APP's), embora amparadas pelo código florestal, estão sujeitas a impactos gerados pelo homem e pela natureza. Esses impactos provocam alterações diretas nesses ecossistemas, alterando o regime de vazão de uma nascente por exemplo, afetando a biodiversidade e a interação entre os nichos que compõem esse meio.

De acordo com dados da Agência Nacional de Águas (ANA), milhões de pessoas dependem da água da bacia Tocantins

Araguaia, composta por centenas de microbacias de contribuição, entre eles agricultores, usinas hidroelétricas, indústrias e a população de modo geral que diariamente necessitam da água para as suas mais diversas atividades. Desse modo, preservar as características das nascentes que desaguam nessa bacia é de fundamental importância para garantir a disponibilidade desse recurso às gerações futuras.

Em 2010, cerca de 8,6 milhões de pessoas viviam na região hidrográfica (4,5% da população nacional), sendo 76% em áreas urbanas. A densidade demográfica era de 9,3 hab./km², bem menor que a densidade demográfica do país 22,4 hab./km² (Agência Nacional de Águas – ANA, 2017).

A vegetação de uma APP geralmente apresenta uma maior atividade fotossintética. “As folhas e as árvores geralmente são maiores e a mata é mais densa, uma maneira natural de proteger a nascente, mantendo a umidade local, facilitando que a água da chuva penetre no solo, evitando o assoreamento e controlando a evapotranspiração do curso para que ele perca a menor quantidade possível de água” (BELTRAME, 1994, p.14). O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada ou NDVI, é constantemente utilizado na agricultura de precisão para o monitoramento da qualidade vegetativa da lavoura, mas, tem aplicações também nas áreas de avaliação ambiental, que analisam a condição da vegetação nas imagens geradas por sensores orbitais. Nesse caso, o objetivo é mostrar os impactos refletidos na vegetação em função do aumento da temperatura, da variação pluviométrica e das ações antrópicas ao longo de 5 anos na área da microbacia.

METODOLOGIA

O cálculo realizado nesse estudo foi feito no *software* ArcGis 10.2 utilizando a ferramenta calculadora raster para inserir a equação de bandas, utilizando as cenas do satélite *Landsat-8* sensor *TM* (*Thematic Mapper*) nas bandas 4 e 5, referente à órbita 222 e ponto 06, obtidas através do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS: Earth Explorer). As imagens datam do mês de agosto de 2013 a 2017, gerando assim um intervalo de 5 anos, onde foram percebidas mudanças importantes na cobertura vegetal que afetam diretamente a vegetação, a nascente e seu curso.

Analisando a relação entre a refletância da vegetação pode-se então segundo Lourenço e Ladim (2004), perceber que a clorofila absorve a energia solar apresentando uma baixa refletância na faixa do espectro visível, enquanto no canal do infravermelho próximo reage com um pico de alta reflectância da energia solar que incide sobre a vegetação. Esse pico é entendido como uma boa atividade vegetativa da planta. A geração do índice se dá pela diferença entre a reflectância do infravermelho próximo

(IVP) e a reflectância do vermelho (V), dividida, respectivamente, pela soma das duas reflectâncias (TOWNSHEND *apud* SOUZA, 2010).

$$\text{Modelo do Cálculo: } NDVI = \frac{\rho_{IV} - \rho_V}{\rho_{IV} + \rho_V}$$

Onde: banda do infravermelho ρ_{IV} e banda do vermelho ρ_V correspondem, respectivamente, às bandas 4 e 5 do TM *Landsat 8*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sendo o estado do Tocantins um dos estados com maior número de focos de incêndios nos períodos de estiagem, as diversas nascentes e microbacias hidrográficas tem o mesmo destino, o que torna o trabalho da regeneração natural muito mais difícil, pois, quando a área afetada começa a se restabelecer, uma outra queimada ou outros impactos acabam afetando a vegetação. Efeito que se nota nas imagens resultantes e nos valores da tabela:

<i>Ano</i>	<i>Valores máximos do NDVI</i>	<i>Valores Mínimos do NDVI</i>
2013	0,44	0,047
2014	0,40	0,044
2015	0,43	0,053
2016	0,45	0,041
2017	0,42	0,023

Tabela 1. Valores mínimos e máximos dos índices NDVI nos anos de 2013 e 2017.

Fonte: Produzido pelo autor.

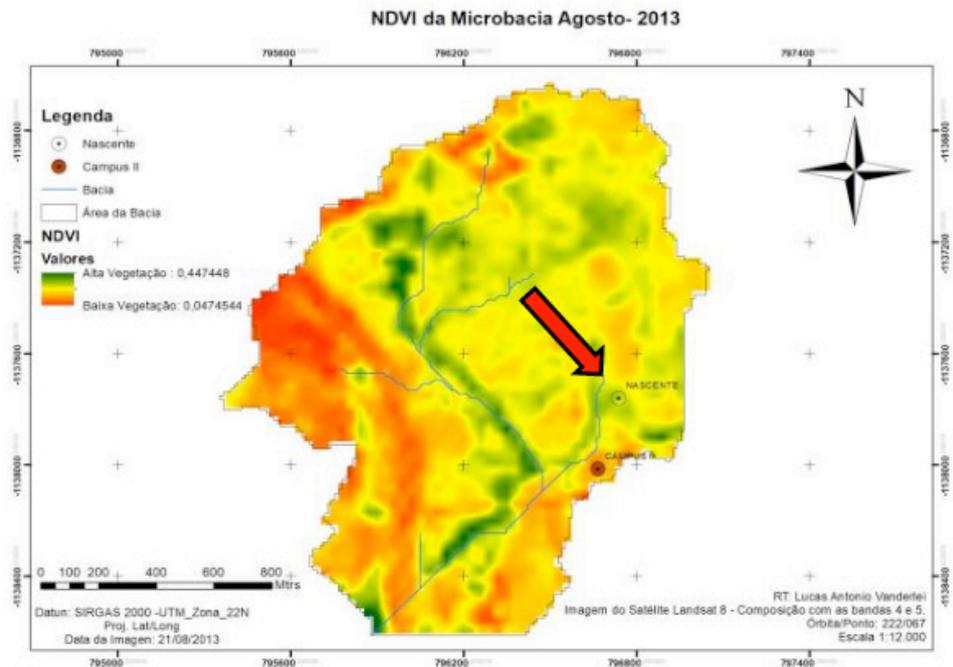


Figura 1 – Mapa do Índice de Vegetação NDVI da microbacia do Campus II. Imagem Landsat 8 TM datada em 21/08/2013. Datum: CIRGAS 2000 Zona UTM 22S.

Fonte: Produzido pelo autor.

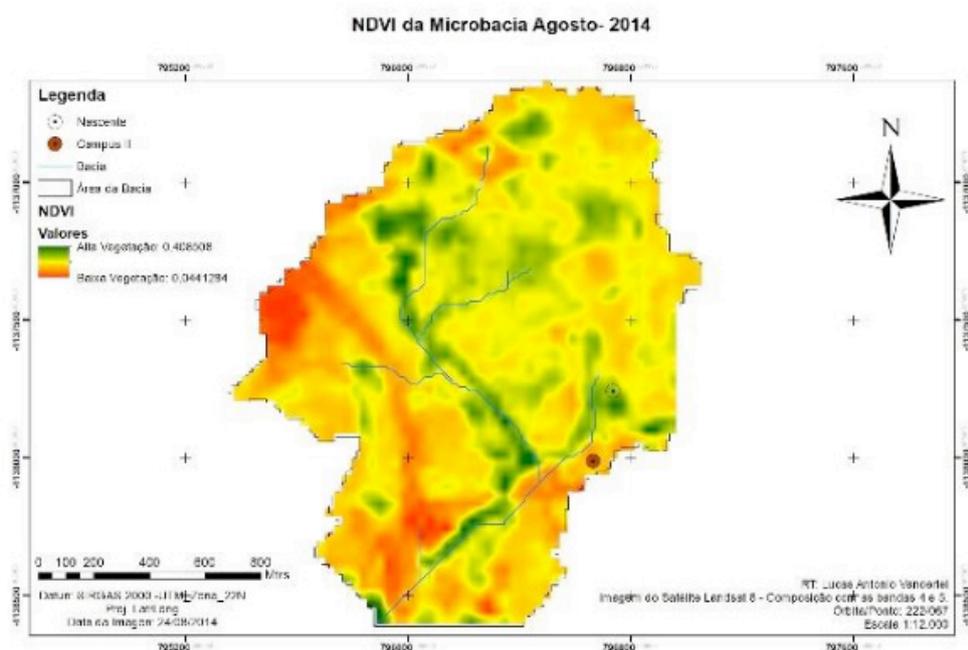


Figura 2 – Mapa do Índice de Vegetação NDVI da microbacia do Campus II. Imagem Landsat 8 TM datada em 24/08/2014. Datum: CIRGAS 2000 Zona UTM 22S.

Fonte: Produzido pelo autor.

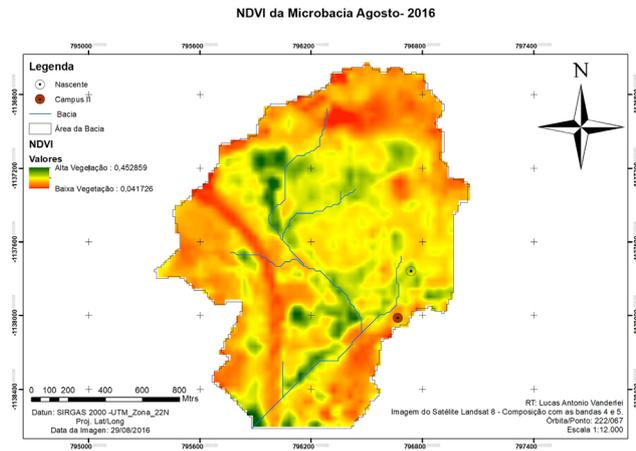


Figura 3 – Mapa do Índice de Vegetação NDVI da microbacia do Campus II. Imagem *Landsat 8* TM datada em 27/08/2015. Datum: CIRGAS 2000 Zona UTM 22S.

Fonte: Produção do Auror.

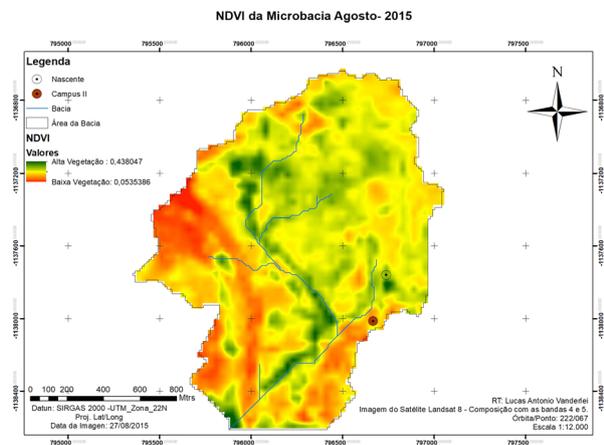


Figura 4 – Mapa do Índice de Vegetação NDVI da microbacia do Campus II. Imagem *Landsat 8* TM datada em 29/08/2016. Datum: CIRGAS 2000 Zona UTM 22S.

Fonte: Produção do Auror.

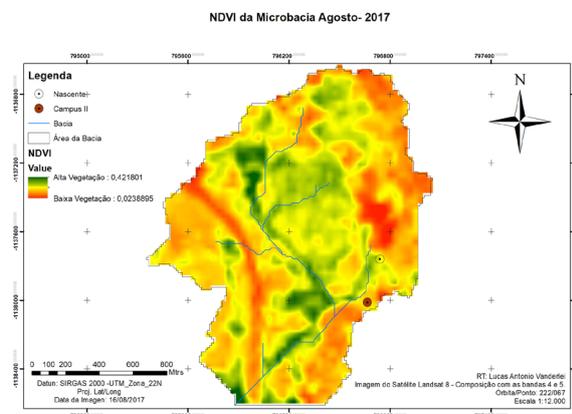


Figura 5 – Mapa do Índice de Vegetação NDVI da microbacia do Campus II. Imagem *Landsat 8* TM datada em 16/08/2017.

Fonte: Produção do Auror.

Nos mapas gerados através das imagens nota-se claramente o comportamento da vegetação ao longo de cinco anos. Em 2013, na área da nascente a vegetação se apresenta de coloração verde clara enquanto nos dois anos seguintes se torna mais escura, o que indica uma recuperação vegetal ou maior disponibilidade de umidade na região para que a vegetação se desenvolvesse mais. Já em 2016 essa área sofre uma queda na sua capacidade fotossintética e em 2017 sua área de influência apresenta valores que indicam uma baixa capacidade vegetativa. No restante da área dos mapas, as mudanças são ainda mais expressivas, ao norte o que provavelmente indica uma área que foi afetada por queimada, mas, que necessitam de dados complementares para sua confirmação. A leste a área com uma grande mancha amarelo/avermelhada representa uma área cortada pela rodovia TO-050 que teve sua vegetação nativa suprimida e geralmente se apresenta com grande parte de solo exposto e que ao longo dos anos pode se ter desenvolvido uma vegetação rala e rasteira, o que explica a diminuição da intensidade de cor no mapa.

CONCLUSÃO

Em virtude desses pontos fundamentais, é perceptível que as tecnologias de monitoramento por sensoriamento remoto, tem revolucionado o desenvolvimento de atividades de monitoramento ambiental, por propor e tornar acessível ferramentas de monitoramento e controle que facilitam e aceleram a solução de problemas já iniciados ou em processo de instalação em uma determinada área bem como acompanhar o seu desenvolvimento. Muitas dessas tecnologias já são aplicadas nas áreas de controle, monitoramento e perícias ambientais, monitoramento de lavouras, detecção de efeitos de secas, detecção de danos provocados por pragas, estimativas de produtividade agrícola ou modelamento hidrológico citando alguns exemplos.

Mas, essas tecnologias apresentam ainda, importantes contribuições também na prevenção de danos ambientais. O cálculo de NDVI é apenas uma das várias possibilidades oferecidas pelos *softwares* de geoprocessamento e os dados já disponíveis para análise, que como observado puderam ser aplicados a problemas encontrados na microbacia estudada. Os resultados do NDVI mostram claramente uma considerável variação da cobertura vegetal entre os anos de 2013 e 2017, o que deixa um alerta ao monitoramento das atividades exercidas na região para garantir que as contribuições ambientais da microbacia não se extingam.

É importante ressaltar ainda que os resultados encontrados com o índice são confirmados pelo conhecimento prévio dos impactos na região, tendo sido vários deles registrados fotograficamente ou através de relatórios e análises químicas. O principal objetivo do índice é identificar e indicar áreas de impacto em regiões sem esse conhecimento prévio, apontando uma direção sobre possíveis interferências na

dinâmica do ecossistema.

REFERÊNCIAS

BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicação.** Florianópolis: Ed. da UFSC, 1994.

CROSTA, A. P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto.** Campinas: UNICAMP, 1992. 170 p.

LOURENÇO, R. W.; LANDIM, P. M. B. **Estudo Da Variabilidade Do “Índice De Vegetação Por Diferença Normalizada/Ndvi” Utilizando Krigagem Indicativa.** *Holos Environment*, Rio Claro, v. 4, n. 1, p.1-20, 06 maio 2004. Disponível em: <<https://www.cea-unesp.org.br/holos/article/view/398/336>>. Acesso em: 20 set. 2017.

MARTINS, É. S. et al. **Relação entre a evolução do uso da terra com as unidades geomorfológicas no município de Riachão das Neves (BA).** *Geotextos*, Ondina, v. 9, n. 1, p.177-201, jul. 2013. Semestral.

MELO, E. T. et al. **Aplicação Do Índice De Vegetação Por Diferença Normalizada (Ndvi) Para Análise Da Degradação Ambiental Da Microbacia Hidrográfica Do Riacho Dos Cavalos, Crateús-Ce. Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, [s.l.], v. 23, p.520-533, 3 nov. 2011. Universidade Federal do Paraná.

SOBRE O ORGANIZADOR

Helenton Carlos da Silva - Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2007), especialização em Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável pelo Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (2010) é MBA em Engenharia Urbana pelo Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (2014), é Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental na Universidade Estadual de Ponta Grossa (2016), doutorando em Engenharia e Ciência dos Materiais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa e pós-graduando em Engenharia e Segurança do Trabalho. A linha de pesquisa traçada na formação refere-se à área ambiental, com foco em desenvolvimento sem deixar de lado a preocupação com o meio ambiente, buscando a inovação em todos os seus projetos. Atualmente é Engenheiro Civil autônomo e professor universitário. Atuou como coordenador de curso de Engenharia Civil e Engenharia Mecânica. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em projetos e acompanhamento de obras, planejamento urbano e fiscalização de obras, gestão de contratos e convênios, e como professor na graduação atua nas seguintes áreas: Instalações Elétricas, Instalações Prediais, Construção Civil, Energia, Sustentabilidade na Construção Civil, Planejamento Urbano, Desenho Técnico, Construções Rurais, Mecânica dos Solos, Gestão Ambiental e Ergonomia e Segurança do Trabalho. Como professor de pós-graduação atua na área de gerência de riscos e gerência de projetos.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Ambiente 7, 10, 11, 12, 13, 14, 19, 20, 21, 22, 28, 31, 34, 35, 42, 52, 55, 57, 58, 59, 65, 66, 67, 69, 71, 72, 73, 76, 90, 93, 94, 100, 110

Análise 1, 4, 9, 11, 12, 15, 21, 33, 35, 37, 38, 40, 41, 43, 49, 50, 58, 60, 76, 83, 84, 89, 92, 94, 96, 97, 100, 102, 107, 108

Avaliação de impacto ambiental 72, 73, 74, 76, 77

B

Balneários 1, 4, 5, 6, 9

Biogás 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65

C

Conscientização 1, 2, 9, 10, 34, 66, 93

Controle de qualidade 79

D

Degradação fitogeográfica 102

Desinfecção 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 81

Diagnóstico de resíduos 1

E

Educação ambiental 1, 3, 9, 32, 93, 100

Efluente doméstico 45, 48

F

Fábrica de laticínios 79, 87

G

Geração 1, 2, 3, 4, 6, 8, 11, 13, 16, 56, 66, 67, 69, 77, 92, 103

Gerenciamento de resíduos 1, 9, 10, 12, 14, 20, 21, 94

Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde 12, 14, 20

Gestão 1, 2, 3, 7, 8, 9, 10, 11, 21, 43, 44, 65, 76, 77, 92, 93, 94, 100, 101, 110

Gestão ambiental 1, 9, 11, 76, 77, 93, 100, 101, 110

Gestão integrada 1, 21

I

Impactos ambientais 20, 22, 30, 33, 43, 73, 74, 75, 76, 94

Inovação 110

L

Lixão de massaranduba 33

Lixo 9, 32, 33, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 66, 71, 92

M

Meio ambiente 7, 10, 11, 12, 13, 14, 19, 20, 21, 28, 31, 34, 35, 42, 52, 55, 66, 67, 69, 71, 72, 73, 76, 93, 94, 110

Metodologias 35, 43, 72, 73, 74, 76, 77

Monitoramento 57, 82, 94, 102, 103, 107

P

Poluição 22, 23, 24, 30, 31, 34, 37, 67, 71

Potencial de produção 54, 57, 92

Q

Queijos 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 88, 89

R

Radiação ultravioleta 45, 46, 47, 48, 51, 52, 53

Reciclagem 9, 10, 20, 33, 35, 36, 39, 41, 42, 71, 92, 100

Redução 20, 45, 51, 52, 55, 59, 60, 66, 67, 80, 102

Resíduos de serviços de saúde 12, 13, 14, 20, 21

Resíduos plásticos 66, 67, 71

Resíduos sólidos 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 21, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 41, 42, 43, 44, 64, 67, 70, 71, 91, 93, 94, 99, 100, 101

Riscos 1, 13, 14, 20, 33, 34, 35, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 55, 110

S

Saneamento 2, 10, 11, 13, 22, 23, 25, 29, 30, 31, 32, 45, 52, 53, 55, 65, 93

Saneamento ambiental 29

Saneamento básico 2, 10, 13, 31, 55

Saúde ambiental 1

Serviço de inspeção oficial 79

T

Tratamento de resíduos 54, 64, 91

 **Atena**
Editora

2 0 2 0