

Avaliação, Diagnóstico e Solução de Problemas Ambientais e Sanitários

Helenton Carlos da Silva
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2020

Avaliação, Diagnóstico e Solução de Problemas Ambientais e Sanitários

Helenton Carlos da Silva
(Organizador)

 **Atena**
Editora
Ano 2020

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Karine de Lima Wisniewski

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos 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, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

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
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
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
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
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. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
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
Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof^ª Dr^ª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^ª Dr^ª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Prof^ª Dr^ª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Prof^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
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

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
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 Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andrezza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Avaliação, diagnóstico e solução de problemas ambientais e sanitários

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecário Maurício Amormino Júnior
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Helenton Carlos da Silva

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

A945 Avaliação, diagnóstico e solução de problemas ambientais e sanitários 1 / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5706-329-3
DOI 10.22533/at.ed.293202508

1. Ecologia. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Saneamento. I.Silva, Helenton Carlos da.

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “*Avaliação, Diagnóstico e Solução de Problemas Ambientais e Sanitários*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora e apresenta, em dois volumes com 34 capítulos, sendo 21 capítulos do primeiro volume e 13 capítulos no segundo volume, discussões de diversas abordagens acerca da importância da preocupação ambiental quanto a seus problemas ambientais e sanitários, considerando sempre sua avaliação, diagnóstico e solução destes problemas.

No campo do gerenciamento dos resíduos tem-se que é uma questão estratégica para as empresas, o que tem levado a busca de alternativas para o aproveitamento dos resíduos industriais, como cinzas provenientes da queima de matéria prima.

A poluição e os impactos causados pela produção e utilização de fontes convencionais de energia vêm mostrando um crescimento na busca por energias alternativas, das quais, na maioria dos casos, a solar demonstra ser a mais promissora. Dentre os vários locais em que os sistemas de energia solar podem ser implementados, destacam-se as estações de tratamento de água de esgoto dado os diversos benefícios que podem ser obtidos, como a redução de impacto ambiental e a atenuação do alto custo operacional destas atividades.

A água, como recurso natural e limitado, é fundamental para o desenvolvimento humano e para viver no planeta. A utilização descontrolada levou esse recurso à exaustão, evidenciando a importância da consciência ambiental e o aumento da pesquisa no assunto. Uma das ações que ampliam a racionalidade do uso desse recurso é o recolhimento e armazenamento da chuva para uso posterior. Como ferramenta para detectar e analisar esses dados, destaca-se o monitoramento dos sistemas de armazenamento. Dessa forma, isso integra a tecnologia de ações preventivas, além de promover mudanças positivas para reduzir o desperdício desse recurso, obtendo também menor impacto ambiental.

As questões relacionadas ao ambiente evoluíram do pensamento de que a natureza é uma fonte infindável de recursos naturais até o reconhecimento de que a humanidade deveria mudar sua relação com o ambiente. A partir da necessidade de se reverter a degradação do meio ambiente, surge a Educação Ambiental como um meio de formar cidadãos com um novo pensamento moral e ético e, conseqüentemente, uma nova postura em relação às questões ambientais.

Os ambientes costeiros são os mais diretamente afetados pelo descarte irregular de materiais, devido à grande concentração de pessoas nas cidades litorâneas, o que prejudica inúmeros ecossistemas e compromete a vida no planeta como um todo.

Diante da necessidade da busca de solução que visa à garantia de um abastecimento de qualidade e em quantidade suficiente à população, o crescimento populacional, a industrialização e o processo de urbanização têm cada vez mais contribuído com o aumento da escassez de água no Brasil e no mundo.

Neste sentido, este livro é dedicado aos trabalhos que apresentam avaliações,

análises e desenvolvem diagnósticos, além de apresentarem soluções referentes aos problemas ambientais e sanitários. A importância dos estudos dessa vertente é notada no cerne da produção do conhecimento, tendo em vista a 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

ABORDAGENS DE FONTES/COLHEITAS DE ENERGIAS RENOVÁVEIS EM MICRO/MACRO ESCALA NO CAMPUS UNIVERSITÁRIO DA REGIÃO SUL

Jorge Luis Palacios Felix
Alessandro Cassiano Vargas do Nascimento
Thaís Cordeiro Prates
Thanity Braun Kaufmann
Francesco Jurinic

DOI 10.22533/at.ed.2932025081

CAPÍTULO 2..... 11

APLICAÇÃO DO MÉTODO AHP NA ESCOLHA DE UMA CIDADE PERNAMBUCANA PARA A INSTALAÇÃO DE UMA CENTRAL HELIOTÉRMICA

Yago Fraga Ferreira Brandão
Diogo Vignoli Diu
Isabela Alves da Silva
Wagner Eustáquio de Vasconcelos

DOI 10.22533/at.ed.2932025082

CAPÍTULO 3..... 20

APROVEITAMENTO DA CINZA PROVENIENTE DE DIFERENTES FONTES DE GERAÇÃO DE ENERGIA: UM ESTUDO COMPARATIVO

Mariana Gomes Oliveira
Júlia Nercolini Göde
Renata Bulling Magro
Taciana Furtado Ribeiro
Diego Hoefling Souza

DOI 10.22533/at.ed.2932025083

CAPÍTULO 4..... 27

DESENVOLVIMENTO DE UM ALGORITMO PARA INTEGRAR UM SISTEMA DE GESTÃO DE COMBUSTÃO EM USINAS TERMELÉTRICAS A CARVÃO

Yago Fraga Ferreira Brandão
Valdemir Alexandre dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.2932025084

CAPÍTULO 5..... 36

DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA AS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA E EFLUENTES DE LAGES/SC

Renata Bulling Magro
Mariana Gomes Oliveira
Isabella Alessandra Branco
Camila Luzia Rufino
Aline Schroeder

DOI 10.22533/at.ed.2932025085

CAPÍTULO 6..... 43

VIABILIDADE DE INSERÇÃO DE PRODUÇÃO DE ENERGIA LIMPA MEDIANTE UM SISTEMA SOLAR FOTOVOLTÁICO (ON GRID) PARA REDUÇÃO DE CO₂ e GASTOS COM ENERGIA NA UNIVASF CAMPUS JUAZEIRO-BA

Edgardo Guillermo Camacho Palomino

Leonardo Alves de Melo

Liudson Rafael Pires Ribeiro

Túlio Salomão de Sá Carvalho

Vítor Moreira de Oliveira

Jenifer Tejada Cardoso

Tainara Tejada Camacho

DOI 10.22533/at.ed.2932025086

CAPÍTULO 7..... 55

AVALIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE MATERIAL PARTICULADO NO AR EM UMA INDÚSTRIA DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

Yago Fraga Ferreira Brandão

Diogo Vignoli Diu

Isabela Alves da Silva

Wagner Eustáquio de Vasconcelos

DOI 10.22533/at.ed.2932025087

CAPÍTULO 8..... 60

DIGRESSÃO HISTÓRICA DOS IMPACTOS AMBIENTAIS PROVENIENTES DE CONFLITOS POLÍTICOS E BELICOSOS NOS HOTSPOTS DE BIODIVERSIDADE

Eric Bem dos Santos

Hernande Pereira da Silva

DOI 10.22533/at.ed.2932025088

CAPÍTULO 9..... 63

IMPORTÂNCIA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA MINIMIZAÇÃO DA GERAÇÃO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL – ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA METALÚRGICA

Eduardo Antonio Maia Lins

Annielle Cristine Peixoto Carvalho dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.2932025089

CAPÍTULO 10..... 72

POLUIÇÃO POR RESÍDUOS SÓLIDOS E MICROPLÁSTICOS EM AMBIENTES COSTEIROS

Lucas Ferreira Corrêa

Andrea Viana Macedo

Emanuelle Assunção Loureiro Madureira

Rebeca Oliveira Castro

André Luiz Carvalho da Silva

Ana Beatriz Pinheiro

DOI 10.22533/at.ed.29320250810

CAPÍTULO 11	86
PROPOSTA PARA IMPLANTAÇÃO DE UMA UTR – UNIDADE DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NA ILHA DE COTIJUBA, BELEM DO PARÁ	
Clodomir Barros Pereira Junior Vicente de Paula Silva	
DOI 10.22533/at.ed.29320250811	
CAPÍTULO 12	106
O USO DA TÉCNICA DA GRAVIMETRIA EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR COMO FERRAMENTA DE APOIO A POLÍTICAS AMBIENTAIS	
Armando Dias Duarte Paulo Sérgio da Silva Pinheiro Flávio José Cordeiro de Andrade Filho Jefferson Carlos de Oliveira Ribeiro Costa Thayse Diniz Pedrosa José Floro de Arruda Neto	
DOI 10.22533/at.ed.29320250812	
CAPÍTULO 13	112
OCUPAÇÃO DO ESPAÇO POR ATIVIDADES HUMANAS: PROPOSTA DE ZONEAMENTO AMBIENTAL NO LITORAL SUL DO BRASIL	
Daniela Marques Nunes Jéssica da Silveira Prezzi	
DOI 10.22533/at.ed.29320250813	
CAPÍTULO 14	121
REAPROVEITAMENTO DO ÓLEO VEGETAL DE COZINHA PARA PRODUÇÃO DE PASTA CASEIRA PARA LIMPEZA DE ALUMÍNIO	
Juliana Cristina Ferreira de Lima Luana Santana dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.29320250814	
CAPÍTULO 15	128
SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO AO ZONEAMENTO E PLANEJAMENTO AMBIENTAL ANTE EVENTOS EXTREMOS NA ZONA DA MATA SUL DO ESTADO DE PERNAMBUCO	
Eric Bem dos Santos Hernande Pereira da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.29320250815	
CAPÍTULO 16	134
USO DE INDICADORES DE ARBOVIROSES COMBINADO COM O MÉTODO MULTICRITÉRIO PROMETHEE II COMO FERRAMENTA DE SUPORTE PARA A TOMADA DE DECISÃO	
Armando Dias Duarte Thayse Diniz Pedrosa José Vitor Silva Aragão José Floro de Arruda Neto	

Paulo Sérgio da Silva Pinheiro
Flávio José Cordeiro de Andrade Filho
DOI 10.22533/at.ed.29320250816

CAPÍTULO 17..... 145

INFLUÊNCIA DE ILHAS DE CALOR NA FORMAÇÃO DE ARBOVIROSES - ESTUDO DE CASO NO BAIRRO DE BOA VIAGEM, RECIFE, PE

Eduardo Antonio Maia Lins
Giselle de Freitas Siqueira Terra
Sérgio de Carvalho Paiva
João Victor de Melo Silva
Adriana da Silva Baltar Maia Lins
Ana Carolina Albuquerque Barbosa
Cecília Maria Mota Silva Lins
Andréa Cristina Baltar Barros
Manuela Cristina Mota Lins
Josicléia de Souza Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.29320250817

CAPÍTULO 18..... 157

USO DO GEOPROCESSAMENTO NO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO

Mariana Veloso Nollys Braga

DOI 10.22533/at.ed.29320250818

CAPÍTULO 19..... 169

VERMICOMPOSTAGEM COMO FILTRO PARA TRATAMENTO DE BIOFERTILIZANTE OBTIDO DA BIODIGESTÃO DE DEJETOS DA BOVINOCULTURA

Eunice Helena Ellwanger
Marcelo Luis Kronbauer

DOI 10.22533/at.ed.29320250819

CAPÍTULO 20..... 175

INFLUÊNCIA DA MUDANÇA DE PARÂMETROS OPERACIONAIS DE UMA CALDEIRA NA EMISSÃO DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS

Yago Fraga Ferreira Brandão
Diogo Vignoli Diu
Isabela Alves da Silva
Wagner Eustáquio de Vasconcelos

DOI 10.22533/at.ed.29320250820

CAPÍTULO 21..... 181

EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA A SAÚDE HUMANA

Raquel Rego Rodrigues de Deus
Bárbara Gonçalves Reis
Paola Ressurreição Moreira
Mariana Moreau de Almeida Soares Vieira

DOI 10.22533/at.ed.29320250821

SOBRE O ORGANIZADOR.....	190
ÍNDICE REMISSIVO.....	191

CAPÍTULO 1

ABORDAGENS DE FONTES/COLHEITAS DE ENERGIAS RENOVÁVEIS EM MICRO/MACRO ESCALA NO CAMPUS UNIVERSITÁRIO DA REGIÃO SUL

Data de aceite: 03/08/2020

Jorge Luis Palacios Felix

Universidade Federal da Fronteira Sul
Cerro Largo – RS

Alessandro Cassiano Vargas do Nascimento

Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS)
Cerro Largo-RS

Thaís Cordeiro Prates

Universidade Federal da Fronteira Sul
Cerro Largo-RS

Thanity Braun Kaufmann

Universidade Federal da Fronteira Sul
Cerro Largo-RS

Francesco Jurinic

Universidade Federal da Fronteira Sul
Cerro Largo-RS

RESUMO: Neste trabalho, apresentam-se o desenvolvimento numérico e experimental de vários projetos de pesquisa relacionados a colheita de energia utilizando as fontes de energia solar, do vento e das vibrações mecânicas. Para a captura da fonte da radiação solar foram utilizados os painéis fotovoltaicos de dimensões em pequena e grande escala, para a captura do vento e vibrações mecânicas foram utilizados piezoelétricos poliméricos de pequena dimensão.

PALAVRAS-CHAVE: Painel fotovoltaico, piezoelétrico polimérico, microestrutura, carro solar.

ABSTRACT: In this work, the numerical and experimental development of several research projects related to energy harvesting using the sources of solar energy, wind and mechanical vibrations are presented. Small and large scale photovoltaic panels were used to capture the source of the solar radiation. Small polymeric piezoelectric panels were used to capture the wind and mechanical vibrations.

KEYWORDS: Photovoltaic panel, polymeric piezoelectric, microstructure, solar car.

1 | INTRODUÇÃO

Vários estudos vêm sendo desenvolvidos na atualidade na área de geração de energias renováveis provindas do meio ambiente (solar, térmica, eólica, cinética, vibrações, eletromagnética, entre outras). Em macro escala, sem desmerecer as outras, destacam-se a energia eólica baseada no aproveitamento do fluxo do vento através de aerogeradores e a energia solar baseada no aproveitamento da luz e calor do sol através das células fotovoltaicas (FAPESP, 2010).

Este trabalho tem por objetivo apresentar os avanços de pesquisas realizadas na graduação e pós-graduação de uma universidade federal da região do sul. Entre eles, o desenvolvido, por um bolsista de FAPERGS, do protótipo de árvore artificial cujas folhas seriam os piezoelétricos que oscilam devido ao fluxo do vento e estuda-se em laboratório o

comportamento dinâmico de um piezoelétrico polimérico baseando-se no conceito de *energy harvesting* (FELIX et al, 2018; LI et al., 2009).

No mestrado, o projeto tem o apoio financeiro da CAPES para a aquisição de dois painéis fotovoltaicos. O desenvolvimento experimental consiste em otimizar o desempenho na saída de potência das placas fotovoltaicas em vários ensaios de controle da variação de inclinação (AJAO, 2013; ASOWATA et al, 2012) e o resfriamento a água sobre a superfície de uma placa fotovoltaica (KRAUTER, 2004; ODEH & BEHNIA, 2009; ROCHA et al, 2018).

Outro projeto que envolve painel fotovoltaico orientável, com bolsista FAPERGS, sobre o teto de um carro solar para duas pessoas no campus universitário. O estudo foi desenvolvido em microescala, onde foi considerado a conexão direta entre o painel e o micromotor de um carrinho sem bateria a fim de possibilitar a variação angular e azimutal do painel visando permitir as mudanças angulares necessárias para otimização. Atualmente, na literatura encontram-se projetos de carro solar que consistem de células ou painéis fotovoltaicos fixos ou colados na superfície ou teto (TAHA, 2009; RAHMAN et al, 2016).

Outro projeto, com bolsista de CNPq, que envolve o conceito de colheita de energia com piezoelétricos e vibrações mecânicas baseado no fenômeno de ressonância de um sistema físico que recebe energia por meio de excitações de frequência igual a uma de suas frequências naturais de vibração causando desastres de certas estruturas de escala maior. Porém, existem materiais flexíveis em microescala que suportam grandes deformações e oscilações como são os piezoelétricos que podem gerar energia a partir do efeito da ressonância em resposta de excitações do ambiente. Ademais, é considerado outro fenômeno de ressonância interna de relação 1:2 entre dois modos de vibração de um sistema físico. Nessa linha de pesquisa existem trabalhos que aproveitam a ressonância interna em microestrutura de configuração de tipo L (LIU et al. 2017). Nesse contexto, se propõe uma microestrutura apertada de três vigas flexíveis com piezoelétricos acoplados e sujeita a uma excitação de frequência variável para este fim utilizou-se uma massa rotativa gerada por um micromotor

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

A análise experimental foi conduzida em quatro atividades de pesquisa supervisionadas no Laboratório de eletromagnetismo da Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Cerro Largo – RS. Na primeira, a obtenção de dados da dinâmica do material piezoelétrico polimérico de tipo LDT1-028K sujeita a uma fonte de vento com um simulador de ventilador eletrodoméstico de 40 cm de diâmetro, seis hélices e com ajuste operacional de várias velocidades entre 3 e 6 m/s, como mostra a Figura 1.

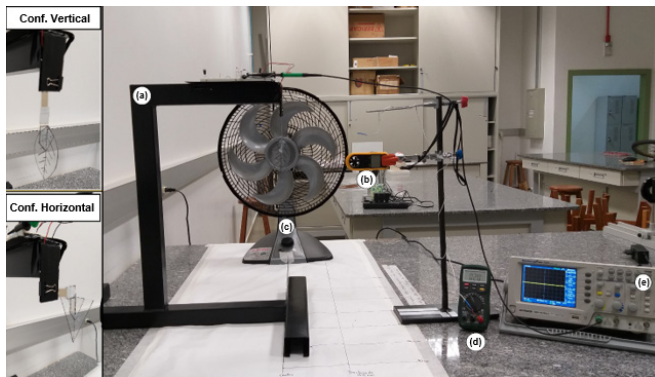


Figura 1 – Bancada experimental da colheita de energia piezoelétrica

Fonte: dos autores

Para a segunda atividade experimental, como mostra a Figura 2, foram instaladas duas placas fotovoltaicas de 150 w cada uma, com dimensões de 148,5 x 69,5 cm totalizando 1 m², com uma eficiência energética de 15%, em uma estrutura metálica afastado 1 metro de altura do solo, sobre um gramado. Ambas as placas, foram posicionadas ao norte com inclinação de 22°, com medições das 10:00 às 16:00h onde uma placa foi definida sem resfriamento (P1) e a outra placa foi definida com sistema de resfriamento (P2). As temperaturas do ambiente e radiações, foram obtidas através da estação meteorológica, existente a menos de 100 metros do experimento (IRIOGRAN38).



Figura 2 – Sistema Fotovoltaico solar com e sem resfriamento à água

Fonte: dos autores

A terceira atividade foi desenvolvida experimentalmente de um modelo analisado, como mostra a Figura 3, em pequena escala composto de um carrinho com micromotor

de corrente contínua (DC) com tensão e corrente de operação que se ajustam a energia gerada pelo painel Fotovoltaico Orientável (FVO) de 5V e 500mA.



Figura 3 - Carrinho solar com painel orientável

Fonte: dos autores

O FVO pode ser fixado sobre um suporte articulado com base móvel, visando possibilitar a variação azimutal e angular do painel. Este suporte foi projetado em *software* tipo CAD (computer aided design) e impresso em plástico ABS via impressora 3D.

A quarta atividade de pesquisa, como mostra a Figura 4, foi desenvolvida numericamente com projeção experimental num futuro projeto, que consiste de uma microestrutura aperticada flexível com piezoelétricos. O movimento planar da microestrutura é produzida por uma fonte rotativa desbalanceada com frequência variável em função do tempo.

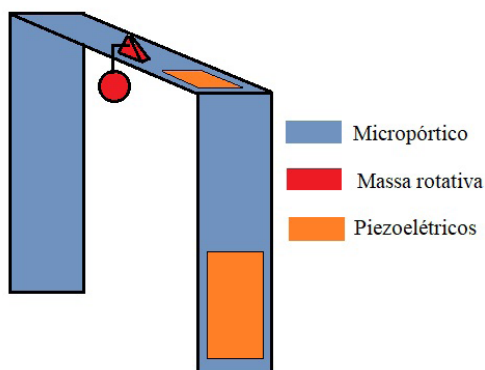


Figura 4 - Microestrutura aperticada piezoelétricos sujeita a uma excitação de frequência variável

Fonte: dos autores

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir são apresentados os resultados das quatro atividades de pesquisa experimental e numérica. Para a primeira atividade experimental, foram utilizadas três configurações geométricas e físicas de extensões laminadas de acetato flexível transparente com 0,25 mm de espessura ao extremo livre de um piezoelétrico polimérico de tipo LDT1-028K, ver Figura 5. A Figura 5(a) corresponde a configuração de Folha Artificial em I (FAI), Figura 5(b) corresponde a configuração de Folha Triangular em I (FTI) e Figura 5(c) corresponde a configuração de Folha Triangular em L (FTL).

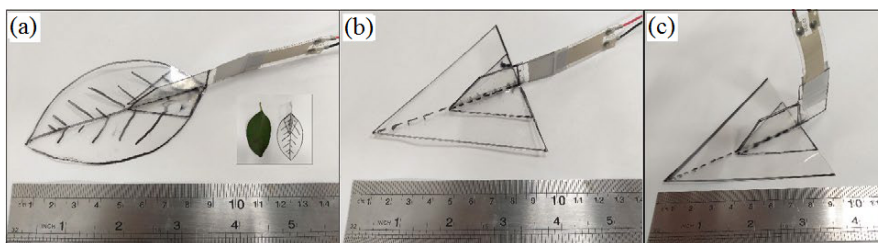


Figura 5 – Modelos geométricos de extensões do piezoelétrico polimérico.

A Figura 6 mostra os resultados experimentais da saída de tensão dos três modelos no intervalo de velocidade de vento entre 3 m/s. e 6 m/s.

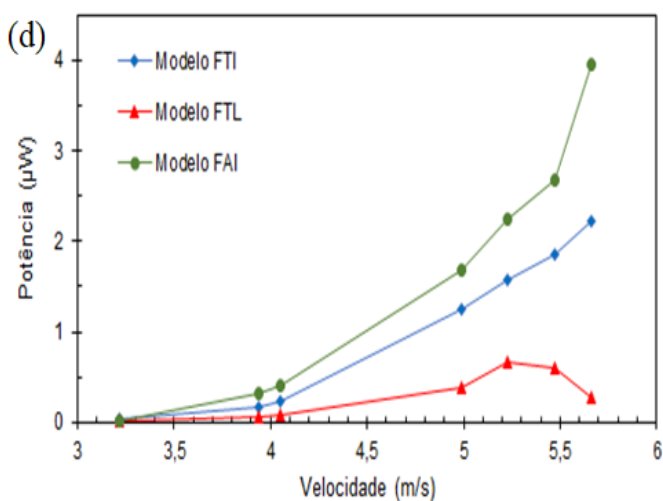


Figura 6 – Resposta piezoelétrica para diferentes modelos de extensão

Fonte: Os Autores

A tensão eficaz (VRMS) de CA foi mensurada instantaneamente com as pontas de prova do osciloscópio conectado ao resistor (R) de 5,6 MΩ. A determinação da potência média de saída foi calculada segundo a equação (FELIX et al, 2018; LI et al., 2009):

$$P = \frac{v_{rms}}{R} \quad (1)$$

Os resultados, da figura 6, demonstram que os modelos FAI e FTI apresentaram um aumento constante e substancial das saídas de tensão e potência em resposta ao aumento de velocidade, superando os resultados dos autores OH et al. (2010) e chegando muito próximas às tensões obtidas pelos autores LI et al. (2009). A máxima tensão observada foi de 4,70 e 3,52V para os modelos FAI e FTI, o que correspondem à 3,96 e 2,23 μW, respectivamente. O modelo FTL indicou um limite máximo de desempenho para velocidade a partir de 5,47 m/s com tensão e potência máxima de 1,92 V e 0,66 μW.

A seguir, a Figura 7 mostra os resultados experimentais da comparação de uma placa fotovoltaica P2 com esfriamento a base de água e a outra placa P1 sem considerar o resfriamento. Pode-se observar que a crescente temperaturas entre as 13 e 14 horas a placa P1 tem baixo desempenho na potência enquanto a placa P2 tem o melhor desempenho na potência.

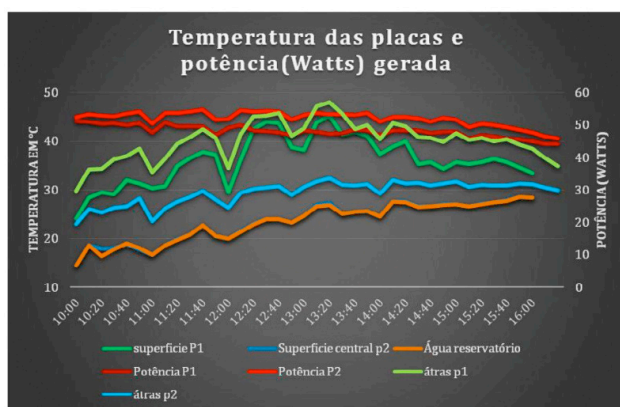


Figura 7 - Curvas simultâneas de saídas de variação de temperaturas na superfície de cada placa.

Fonte: Os Autores

A seguir, a Figura 8 mostra as velocidades rotacionais do micromotor do carrinho solar para diferentes ângulos de giro do painel solar fotovoltaico de 5V e 500 mA.

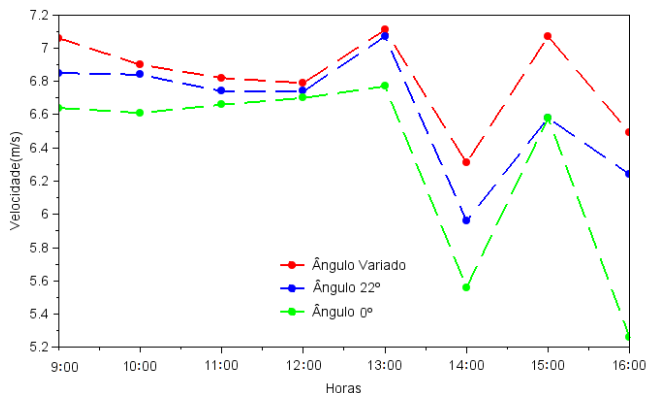


Figura 8 - Velocidade rotacional do micromotor de um carro solar com painel fotovoltaico orientável

Fonte: Os Autores

Na área externa do laboratório foram realizados o movimento do carrinho em linha reta a uma certa distância definida com diferentes ângulos de inclinação do painel. Em lugar de medir a velocidade do carrinho em movimento, foi necessário medir o desempenho da velocidade rotacional do motor (rpm) para três diferentes ângulos de inclinação do painel fotovoltaico sendo estas: 44°, ângulo ideal para o mês conforme Radasol 2, 22° ângulo, sugerido pelo CRESESB e 0° ângulo usual utilizado nos veículos já existentes. As leituras foram realizadas a campo ao longo de um dia. A rotação do motor (rpm) foi medida com o uso de um tacômetro digital a laser (Digital Tachometer DT-2234C+) entre as 9 horas da manhã e 16 horas da tarde, com intervalo de 1 hora entre cada medição. Todas as angulações foram analisadas simultaneamente sob as mesmas condições de radiação e temperatura.

A seguir, com as equações diferenciais ordinárias não lineares (2)-(4), da quarta atividade de pesquisa, foram desenvolvidas numericamente com o integrador de Runge-Kutta de passo variável para a dinâmica da microestrutura aperticada (com resposta na direção horizontal x e outra na direção vertical representada pela resposta y) com piezoelétricos (com resposta de voltagem v) sob a força de excitação de frequência variável (LEADENHAM, S. & ERTURK, 2015; FELIX et al., 2015):

$$\ddot{x} + 2\zeta_1\dot{x} + \omega_1^2x + \alpha_1xy - \chi v = f_0 \cos(\Omega_0t + a_0 \sin(b_0\Omega_0t + c_0)) \quad (2)$$

$$\ddot{y} + 2\zeta_2\dot{y} + \omega_2^2y + \alpha_2x^2 - \chi v = g_0 \sin(\Omega_0t + a_0 \sin(b_0\Omega_0t + c_0)) \quad (3)$$

$$\dot{v} + \lambda v + \kappa\dot{x} + \kappa\dot{y} = 0 \quad (4)$$

A Figura 9 mostra o comportamento dinâmico da colheita de energia da microestrutura aporticada piezoelétrica na passagem da região de ressonância externa (quando $\Omega_0 \approx \omega_1$) resulta que a saída de voltagem em média de 1,5 volts para a excitação de frequência constante ou harmônica (EFC) e de 2,5 volts para excitação de frequência variável ou não-ideal (EFV). Agora, quando a frequência de excitação está próxima da frequência natural da viga horizontal $\Omega_0 \approx \omega_2$ e a condição de ressonância interna entre os modos de vibração da microestrutura aporticada ($2\omega_1 \approx \omega_2$), as amplitudes de oscilação da viga horizontal ficam estagnadas enquanto as amplitudes de oscilação da viga vertical drasticamente. Neste caso, aconteceu o fenômeno de saturação ou uma transferência de energia entre os modos de vibrar das vigas. Na medição da saída de voltagem seria em média de 0.6 volts para (EFC) e para 2,5 volts para (EFV).

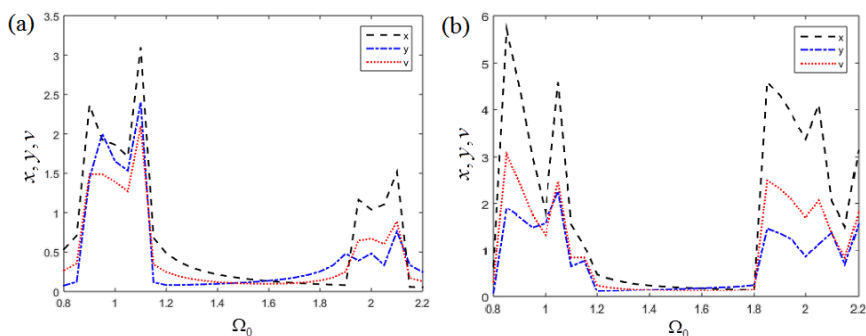


Figura 9 - Respostas da microestrutura aporticada piezoelétrica (a) com excitação harmônica e (b) com excitação de frequência variável

4 | CONCLUSÃO

O presente trabalho apresentou quatro propostas de projeto de pesquisa, que estão sendo desenvolvidos na Universidade Federal da Fronteira Sul-UFFS, campus Cerro Largo, como uma alternativa de energia renovável, em micro e macro escala. Em um dos projetos considera-se o vento como fonte para a geração de energia elétrica em pequena escala, no qual pretende-se construir uma árvore artificial de folhas piezoelétricos poliméricos para estudo. No outro projeto considerou-se a fonte de radiação solar para geração de energia elétrica, onde estão sendo utilizados dois painéis fotovoltaicos em macro escala, cujo objetivo será avaliar o desempenho energético das placas fotovoltaicas, levando-se em consideração a otimização de ângulos de inclinação e o resfriamento sobre a superfície de uma placa fotovoltaica.

E ainda, em pequena escala, estuda-se o movimento de um carrinho solar com um painel fotovoltaico orientável de 5 volts, no qual analisou-se a velocidade rotacional do eixo

do micromotor com diferentes orientações angulares do painel fotovoltaico. Finalmente, tem se desenvolvido a colheita de energia baseado nos conceitos de vibrações mecânicas através da passagem de ressonância externa e ressonância interna de um modelo de microestrutura de piezoelétricos onde a fonte de excitação foi considerado com frequência variável.

REFERÊNCIAS

AJAO, K.R.; AMBALI, R.M.; MAHMOUD, M.O. **Determination of the Optimal Tilt Angle for Solar Photovoltaic Panel in Ilorin, Nigeria.** Journal of Engineering Science and Technology Review 6 (1), p. 87 – 90, 2013.

ASOWATA, O.; SWART, J.; PIENAAR, C. **Optimum Tilt Angles for Photovoltaic Panels during Winter Months in the Vaal Triangle, South Africa.** Smart Grid and Renewable Energy, 3, 119-125, 2012.

ERTURK, A.; RENNO, J. M.; INMAN, D. J. **Modeling of Piezoelectric Energy Harvesting from an L-shaped Beam-mass Structure with an Application to UAVs.** Journal of Intelligent Material Systems and Structures, 20(5), 529–544, 2008.

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO-FAPESP. **Um futuro com energia sustentável: iluminando o caminho;** tradução de Maria Cristina Vidal Borba e Neide Ferreira Gaspar. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2010. Disponível em: < <http://www.fapesp.br/publicacoes/>>. Acesso em 17 jan. 2018.

FELIX, J.L.P.; BIANCHIN, R.P.; ALMEIDA A.; BALTHAZAR, J.M.; ROCHA, RT; BRASIL, R.M.L.R.F. **On energy transfer between vibration modes under frequency-varying excitations for energy harvesting.** In: International Conference on Engineering Vibration (ICoEV2015) held in Ljubljana, Slovenia, in September 7 - 10, 2015.

FELIX, J. L. P.; GARCIA, J. R. A.; DAMKE, L. **Método de Coleta de Energia com Polímeros Piezoelétricos.** 6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente, Bento Gonçalves – RS, Brasil, 2018. Disponível em: < https://siambiental.ucs.br/congresso/getArtigo.php?id=465&ano=_sexto>. Acesso em 17 jan. 2018.

KRAUTER, S. **Increased electrical yield via water flow over the front of photovoltaic panels.** Solar Energy Materials and Solar Cells, 82(1–2), 131–137, 2004.

LEADENHAM, S.; ERTURK, A. **Nonlinear M-shaped broadband piezoelectric energy harvester for very low base accelerations: primary and secondary resonances.** Smart Materials and Structures, 24(5), 055021 (14pp), 2015.

LI, S.; LIPSON, H. **Vertical-stalk flapping-leaf generator for wind energy harvesting.** Conference on Smart Materials, Adaptive Structures and Intelligent Systems (SMASIS), American Society of Mechanical Engineers, p. 1–9, 2009.

LIU, D.; AL-HAIK, M.; ZAKARIA, M.; HAJJ, M.R. **Piezoelectric energy harvesting using L-shaped structures.** Journal of Intelligent Material Systems and Structures, 29(6), 1206-1215, 2017.

ODEH, S.; BEHNIA, M. **Improving Photovoltaic Module Efficiency Using Water Cooling**. Heat Transfer Engineering, 30(6):499–505, 2009.

OH, S. J.; HAN, H. J.; HAN, S. B.; LEE, J. Y.; CHUN, W. G. **Development of a tree-shaped wind power system using piezoelectric materials**. International Journal of Energy Research, v. 34, p. 431–437, 2010.

RAHMAN, Z.; SAJIB, N.; RAHMAN, L. **Experimental Study on Solar Powered Hybrid Vehicle**. International Journal of Scientific Engineering and Applied Science (IJSEAS) – Vol. 2, Issue-12, 2016.

ROCHA, N. M. M. da; BRIGHENTI L. L.; PASSOS, J. C.; MARTINS, D. C. **MPPT Algorithm Based on PV Cell Temperature, using open circuit voltage measurement, combined with PV cell cooling**. Eletrôn. Potência, Joinville, v. 23, n. 4, p. 477-486, 2018.

TAHA, Z.; SAH, J.M.D.; PASSARELLA, R.; GHAZILLA, R.A.R. **A Solar Vehicle Based on Sustainable Design Concept**. Proceedings of the IASTED International Conference Solar Energy (SOE 2009), Thailand, 2009.

CAPÍTULO 2

APLICAÇÃO DO MÉTODO AHP NA ESCOLHA DE UMA CIDADE PERNAMBUCANA PARA A INSTALAÇÃO DE UMA CENTRAL HELIOTÉRMICA

Data de aceite: 03/08/2020

Data de submissão: 05/06/ 2020

Yago Fraga Ferreira Brandão

Universidade Católica de Pernambuco
(UNICAP)

Instituto Avançado de Tecnologia e Inovação
(IATI)

Recife- PE

<http://lattes.cnpq.br/4376835512286424>

Diogo Vignoli Diu

Universidade Católica de Pernambuco
(UNICAP)

Recife- PE

<http://lattes.cnpq.br/5295798055450871>

Isabela Alves da Silva

Universidade Católica de Pernambuco
(UNICAP)

Recife- PE

<http://lattes.cnpq.br/7981738536856161>

Wagner Eustáquio de Vasconcelos

Universidade Católica de Pernambuco
(UNICAP)

Recife- PE

<http://lattes.cnpq.br/7844785807954101>

RESUMO: A energia hidrelétrica compõe um pouco mais de 60% da matriz elétrica brasileira, o que significa dizer que as energias restantes não são capazes de suprir a demanda elétrica do país em casos de problemas com a energia hidrelétrica. Desta forma se torna necessário explorar novas fontes, ou ampliar as existentes

de forma a diminuir essa diferença e encontrar equilíbrio na matriz. A fonte heliotérmica apesar de ter a mesma fonte da energia solar apresenta a vantagem de pode operar em dias chuvosos devido a sua capacidade de acumular calor. Este trabalho tem o objetivo de desenvolver uma ferramenta de apoio à tomada de decisão através do método A.H.P. (*Analytic Hierarchy Process*) para contribuir na escolha de locais para a instalação de uma central heliotérmica no estado de Pernambuco, podendo assim ampliar o uso de outras fontes de energia na matriz elétrica brasileira. Foram utilizados quatro critérios para seleção: potencial solar, recursos hídricos, linhas de transmissão e infraestrutura. Foram selecionadas doze cidades do estado de Pernambuco dispostas em dez cenários com três cidades em cada cenário a fim de encontrar a opção mais viável para cada cenário. Foi estabelecida uma razão de coerência de 10% e atribuídos valores de cada critério para cada cidade com auxílio do atlas eólico solar de Pernambuco e de documentos da Agência Nacional das Águas. Foi desenvolvido um algoritmo para aplicação do método A.H.P.; os resultados mostraram Petrolina, São José do Belmonte, Floresta, Cabrobó, Goiana e Serra Talhada como melhores opções para construção da central heliotérmica. Todos os resultados obtidos ficaram dentro da razão de coerência estabelecida, desta forma estando ao menos 90% corretos. Espera-se que a partir desta ferramenta novas pesquisas utilizando diferentes critérios, energias, regiões e métodos de tomada de decisão sejam estudados a fim de minimizar o desequilíbrio da matriz elétrica.

PALAVRAS- CHAVE: Tomada de Decisão, Matlab, Sertão, Energia Renovável, Pernambuco.

APPLICATION OF THE AHP METHOD IN CHOOSING A PERNAMBUCAN CITY FOR THE INSTALLATION OF A CENTRAL HELIOTHERMAL

ABSTRACT: Hydroelectric energy makes up a little more than 60% of the Brazilian electric matrix, which means that the remaining energies are not able to supply the country's electric demand in case of problems with hydroelectric energy. Thus, it becomes necessary to explore new sources, or expand existing ones in order to reduce this difference and find balance in the matrix. The heliothermic source despite having the same source of solar energy has the advantage that it can operate on rainy days due to its ability to accumulate heat. This work aims to develop a tool to support decision making through the A.H.P. (Analytic Hierarchy Process) method to contribute in the choice of locations for the installation of a heliothermic plant in the state of Pernambuco, thus being able to expand the use of other energy sources in the electrical matrix Brazilian. Four selection criteria were used: solar potential, water resources, transmission lines and infrastructure. Twelve cities in the state of Pernambuco were selected, arranged in ten scenarios with three cities in each scenario in order to find the most viable option for each scenario. A 10% coherence ratio was established and values for each criterion were assigned to each city with the help of the Pernambuco solar wind atlas and documents from the National Water Agency. An algorithm was developed to apply the A.H.P.; the results showed Petrolina, São José do Belmonte, Floresta, Cabrobó, Goiana and Serra Talhada as the best options for the construction of the heliotérmica plant. All results obtained were within the established coherence ratio, thus being at least 90% correct. It is expected that from this tool new research using different criteria, energies, regions and methods of decision making will be studied in order to minimize the imbalance of the electrical matrix.

KEYWORDS: Decision Making, Matlab, Hinterland, Renewable Energy, Pernambuco.

1 | INTRODUÇÃO

De acordo com o Ministério de Minas e Energia, através do documento resenha energética brasileira a energia hidrelétrica representa 61,6% da matriz elétrica brasileira (BRASIL, 2019); isto significa dizer que todas as outras energias juntas não são capazes de suprir a demanda elétrica em caso de haverem problemas com a energia hidrelétrica.

A tecnologia heliotérmica, ou, energia solar concentrada (*concentrated solar power*), destaca-se dentre as renováveis, em contraposição às tecnologias solar fotovoltaica e eólica, isso porque as tecnologias heliotérmicas apresentam a possibilidade de conter sistemas de armazenamento de energia térmica, além das suas possibilidades de hibridização com outros combustíveis (COUTO, 2016).

No Brasil, em uma região chamada de semiárido nordestino encontra-se a cidade de Petrolina (estado de Pernambuco), essa cidade possui características favoráveis para instalação de uma planta heliotérmica, pois apresenta elevados níveis de irradiação solar direta (DNI), infraestrutura, disponibilidade hídrica, entre outros (DA SILVA; NETO, 2019).

O estudo da tomada de decisão é uma mescla de várias disciplinas do saber, como matemática, sociologia, psicologia, economia e ciência políticas (BUCHANAN; O'CONNELL, 2006). Com o intuito de contribuir para o tratamento da subjetividade inerente ao processo decisório, investiga-se uma abordagem fundamentada no emprego de um dos métodos de auxílio à decisão sob múltiplos critérios mais reconhecidos cientificamente – o Método da Análise Hierárquica (*Analytic Hierarchy Process* - A.H.P.) (MARINS; SOUZA; BARROS, 2009).

O método A.H.P. é usado para responder às questões sobre o tipo de preferências do tomador da decisão e as alternativas disponíveis ou almeçadas, como também para responder às questões sobre o que é mais importante no nível dos critérios e o que é mais provável no nível das alternativas (CARISSIMO et al.,2016).

Este trabalho tem como objetivo desenvolver uma ferramenta de apoio à tomada de decisão (através do método A.H.P.) para contribuir na escolha de locais para a instalação de uma central heliotérmica no estado de Pernambuco, podendo assim ampliar o uso de outras fontes de energia na matriz elétrica brasileira.

2 | METODOLOGIA

Inicialmente foi definido o método A.H.P. para realizar a tomada de decisão; após isso foram definidas as alternativas do local de instalação para dez cenários, sendo três cidades por cenário. Foram definidas doze cidades para serem aplicadas, destas onze são do semiárido pernambucano e cidade de Goiana. Após isso foram selecionados os critérios que seriam utilizados para a tomada de decisão, sendo estes com base em Vieira et al. (2012), desta forma foram utilizados como critérios: irradiação solar, recursos hídricos, linhas de transmissão e infraestrutura da cidade. Seguindo desta forma a estrutura do método A.H.P., presente na Figura 1.

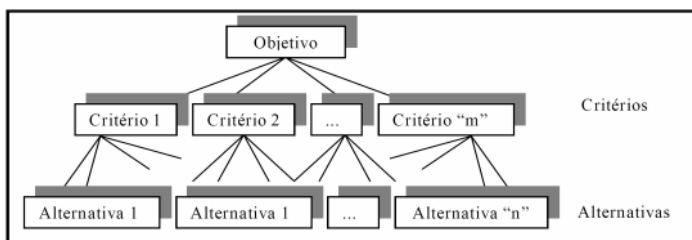


Figura 1. Estrutura Hierárquica Básica do Método A.H.P. (MARINS; SOUZA; BARROS, 2009).

Nota-se na Figura 1 que após os critérios são escolhidas as alternativas que serão julgadas e assim seguir com o processo de tomada de decisão.

Em seguida foi definida a matriz de julgamento dos critérios, através da escala

numérica de Saaty, que se encontra na Figura 2.

Escala numérica	Escala Verbal	Explicação
1	Ambos elemento são de igual importância.	Ambos elementos contribuem com a propriedade de igual forma.
3	Moderada importância de um elemento sobre o outro.	A experiência e a opinião favorecem um elemento sobre o outro.
5	Forte importância de um elemento sobre o outro.	Um elemento é fortemente favorecido.
7	Importância muito forte de um elemento sobre o outro.	Um elemento é muito fortemente favorecido sobre o outro.
9	Extrema importância de um elemento sobre o outro.	Um elemento é favorecido pelo menos com uma ordem de magnitude de diferença.
2, 4, 6, 8	Valores intermediários entre as opiniões adjacentes.	Usados como valores de consenso entre as opiniões.
Incremento 0.1	Valores intermediários na graduação mais fina de 0.1.	Usados para graduações mais finas das opiniões.

Figura 2. Escala numérica de Saaty (ROCHE; VEJO, 2004).

Em seguida foram atribuídos valores (de acordo com os critérios adotados) para cada cidade, utilizando como base o atlas eólico e solar de Pernambuco (para radiação solar, linhas de transmissão e infraestrutura) e os recursos hídricos pernambucanos, atribuindo desta forma valores de 0 a 100%.

Em seguida formados os cenários. Os cenários escolhidos se encontram na Tabela 1.

Cenário	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
1	Floresta	Salgueiro	Araripina
2	Petrolina	Arcoverde	Serra Talhada
3	Floresta	Petrolina	São José do Belmonte
4	Floresta	Goiana	São José do Belmonte
5	Goiana	Arcoverde	Serra Talhada
6	Petrolina	Parnamirim	Afogados da Ingazeira
7	Cabrobó	Serra Talhada	Ouricuri
8	São José do Belmonte	Cabrobó	Salgueiro
9	Ouricuri	Parnamirim	Floresta
10	Petrolina	Cabrobó	Goiana

Tabela 1. Cenários Adotados (Autores, 2019).

Utilizando o software Matlab foi desenvolvido um algoritmo para reproduzir o método A.H.P. computacionalmente de forma a auxiliar no processo de tomada de decisão,

adotando uma razão de coerência de 10%, ou seja, os valores atribuídos estão ao menos 90% corretos. Adotou-se como melhor opção a alternativa que obteve o maior vetor decisão.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O valores atribuídos em cada critério para cada cidade se encontram na Tabela 2.

Cidade	Potencial Solar	Recurso Hídrico	Linha de Transmissão	Infraestrutura
Floresta	95	82	85	80
Salgueiro	92	83	83	84
Araripina	83	81	97	93
Petrolina	85	86	95	99
Arcoverde	81	80	84	92
Serra Talhada	88	82	81	87
São José do Belmonte	86	85	96	82
Parnamirim	84	82	83	81
Afogados da Ingazeira	80	82	78	85
Cabrobó	94	84	80	83
Ouricuri	82	80	88	85
Goiana	80	91	83	90

Tabela 2. Valores dos Critérios para cada Cidade

Nota-se que os valores aqui atribuídos ficaram numa faixa entre 78 e 99, tais atribuições foram feitas através das informações disponíveis no atlas eólico solar de Pernambuco e na gestão de recursos hídricos do estado. O valores acima de 90 representam para potencial solar locais onde o índice de irradiação são constantes durante as estações, além da irradiação destes locais. Da mesma forma para recursos hídricos foram atribuídas valores acima de 90 para cidades que não apresentam falta d'água ou seca por períodos constantes.

As cidades com linhas de transmissão de alta tensão (em alguns casos com duas ou mais linhas de alta tensão), ou que tinham linhas médias e de alta tensão receberam valores acima de 90. Para infraestrutura se levou em consideração tanto a localização das cidades (proximidades com portos, facilidades logísticas) como os empreendimentos

internos (shoppings, aeroportos, hospitais, entre outros) as cidades acima de 90 são as que contam com os melhores empreendimentos.

A matriz de julgamentos dos critérios, se encontra na Tabela 3.

Crítérios	Potencial Solar	Recurso Hídrico	Linha de Transmissão	Infraestrutura
Potencial Solar	1	1	2	3
Recurso Hídrico	1	1	3	2
Linha de Transmissão	1/2	1/3	1	2
Infraestrutura	1/3	1/2	1/2	1

Tabela 3. Matriz de Julgamentos de Critérios.

Os critérios de potencial solar e recurso hídrico foram considerados de igual importância, visto que apesar do potencial solar ser o critério que vem imediatamente a mente quando se trata de tecnologia heliotérmica, sem o recurso hídrico não é possível manter o processo funcionando. O critério linha de transmissão vem em seguida visto que para uma produção em grande escala serão necessárias linhas de alta tensão. Por último ficou a infraestrutura visto que com os três primeiros critérios são diretamente ligados à produção e este se encaixa na instalação.

Após essas definições, foram inseridos esses valores no algoritmo desenvolvido obtendo os resultados para os 10 cenários escolhidos. Os cinco primeiros cenários se encontram na Figura 3.

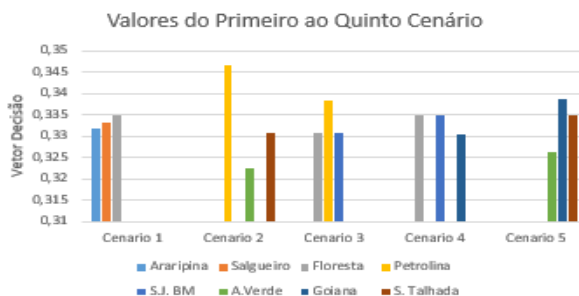


Figura 3. Valores do Primeiro ao Quinto Cenário.

Nota-se na Figura 3 que para o cenário 1 os vetor decisão das três cidades se encontra muito próximo com todos os valores presentes entre o intervalo de 0,33 e 0,335; com isso apesar de Floresta ter apresentado o melhor vetor decisão, para este cenário as três o opções escolhidas são viáveis.

Para os cenário 2 e 3 Petrolina obteve um expressivo resultado de vetor decisão, mostrando que para estes cenários a cidade se apresenta como melhor opção para construção de uma central heliotérmica, tais resultados já eram esperados visto que a cidade é mencionada na literatura presente neste trabalho como uma cidade destaque para este tipo de construção.

No cenário 4 as três cidades se apresentam entre os intervalos de 0,33 e 0,335, destacando Floresta e São José do Belmonte que obtiveram valores praticamente iguais, mostrando que todas as cidades são opções viáveis para construção da central.

No cenário 5 Goiana alcançou um resultado mais expressivo entre as demais, porém destaque-se que Serra Talhada não ficou distante, sendo assim as duas cidades opções viáveis para construção da central.

Os resultados do cenário 6 ao cenário 10 estão presentes na Figura 4.

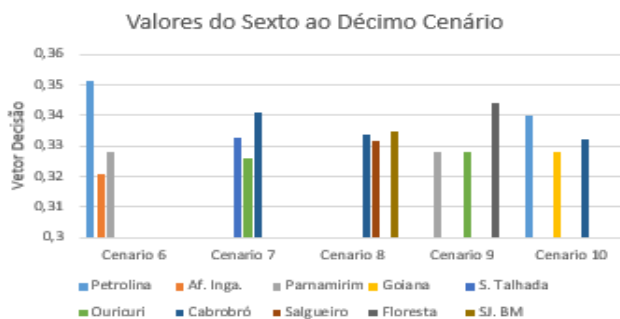


Figura 4. Valores do Sexto ao Décimo Cenário.

No cenário 6, mais uma vez Petrolina se apresenta com destaque em relação as demais cidades comparadas, sendo a única opção viável no cenário em questão. No cenário 7 Cabrobró aparece como melhor opção, destacando Serra Talhada como uma segunda opção viável para construção da central heliotérmica.

No cenário 8 houve uma pequena vantagem para São José do Belmonte, porém todas as cidades estão no mesmo intervalo de vetor decisão (entre 0,33 e 0,34) sendo todas opções viáveis. No cenário 9 Floresta aparece como a melhor opção, sendo a única cidade do cenário á ultrapassa os intervalos de 0,33 e 0,34.

No cenário 10 apesar de Petrolina apresentar uma vantagem visual, tanto ela como

Cabrobó se encontram entre o intervalo de vetor decisão de 0,33 e 0,34 sendo desta forma, ambas as opções viáveis para este cenário.

A razão de coerência do algoritmo ficou dentro da faixa estabelecida de 10%, apontando desta forma que as respostas aqui encontradas estão ao menos 90% corretas.

4 | CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir inicialmente que o método AHP apresenta boa resposta para tomada de decisão com multicritérios vista sua razão de coerência estar acima de 90% para todos os cenários. A partir dessa razão pode-se sugerir como cidades mais indicadas para construção de uma central heliotérmica: Petrolina, São José do Belmonte, Floresta, Cabrobó, Goiana e Serra Talhada. É necessário destacar que é possível tornar o algoritmo em questão mais preciso com um número maior de critérios, ou uma diferente matriz de julgamento.

Espera-se que com este trabalho, possam ser desenvolvidas pesquisas futuras com outros métodos de tomada de decisão (Fuzzy, TODIM-FSE, entre outros), outras opções de energia e outras regiões para construção de centrais elétricas de forma a auxiliar na ampliação do uso de fontes de energia que possam suprir o desequilíbrio da matriz elétrica brasileira.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Agência Nacional das Águas. **Gestão de Recursos Hídricos de Pernambuco**. 2019.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Resenha Energética Brasileira**. 2019.

BUCHANAN, L.; O'CONNELL, A. **Uma breve história da tomada de decisão**. Harvard Business Review, v. 1, p. 20-29, 2006.

CARÍSSIMO, C. R.; MOREIRA, M. A.; DE ORNELAS, M. M. G.; SILVA, J. T. M. Uso da Análise Hierárquica (AHP) para identificação da preferência de peritos-contadores quanto ao método de avaliação de sociedades em perícias contábeis. Revista de Educação e Pesquisa em Contabilidade (REPeC), v. 10, n. 1, 2016.

COUTO, L.C.C.B. **Mensuração de Impactos Socioeconômicos de Projetos Energéticos Renováveis no Brasil: um estudo de caso para a energia heliotérmica**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2016.

DA SILVA, A. H. M.; NETO, A. C. **Modelagem de uma Planta Heliotérmica CSP com Armazenamento de Calor e Híbridação para Petrolina**. Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada, v. 4, n. 2, p. 21-32, 2019.

MARINS, C. S.; SOUZA, D.; BARROS, M. **O uso do método de análise hierárquica (AHP) na tomada de decisões gerenciais—um estudo de caso**. XLI SBPO, v. 1, p. 49, 2009.

PERNAMBUCO. **ATLAS EÓLICO E SOLAR DE PERNAMBUCO**. 2017.

ROCHE, H.; VEJO, C. **Analisis multicriterio em la toma de decisiones. Métodos Cuantitativos aplicados a la administración**. Analisis multicritério–AHP, 2004.

VIEIRA, L. R.; GUIMARÃES, A. P. C.; BEZERRA, L. B.; SERRA, E. T.; DE MELO FILHO, J. B. **Estudo de localização de uma central heliotérmica de 1 MW na região do semiárido brasileiro**. Revista Brasileira de Energia Solar, v. 3, n. 2, 2012.

APROVEITAMENTO DA CINZA PROVENIENTE DE DIFERENTES FONTES DE GERAÇÃO DE ENERGIA: UM ESTUDO COMPARATIVO

Data de aceite: 03/08/2020

Data de submissão: 04/05/2020

Mariana Gomes Oliveira

Universidade do Estado de Santa Catarina
Lages- SC
<http://lattes.cnpq.br/9896135276604040>

Júlia Nercolini Göde

Universidade do Estado de Santa Catarina
Lages – SC
<http://lattes.cnpq.br/8172218911058696>

Renata Bulling Magro

Universidade do Estado de Santa Catarina
Lages – SC
<http://lattes.cnpq.br/1483898750850497>

Taciana Furtado Ribeiro

Universidade do Estado de Santa Catarina
Lages – SC
<http://lattes.cnpq.br/1301820938866546>

Diego Hoefling Souza

Universidade do Estado de Santa Catarina
Lages – SC
<http://lattes.cnpq.br/6023870279123785>

RESUMO: O gerenciamento dos resíduos é uma questão estratégica para as empresas, o que tem levado a busca de alternativas para o aproveitamento dos resíduos industriais, como cinzas provenientes da queima de matéria prima. O objetivo do presente trabalho foi realizar um estudo comparativo entre o aproveitamento da cinza gerada no processo de queima da

biomassa florestal e do bagaço de cana de açúcar e analisar ambas viabilidades. Foram escolhidos dois estudos com diferentes modos de aproveitamento dessas cinzas e por fim foram analisados em questão de eficiência. Em relação ao bagaço da cana de açúcar utilizado como fíler de concreto asfáltico observou-se a melhora de propriedades específicas do concreto e maior resistência a tração e resiliência. A cinza de biomassa florestal aplicada como fonte de nutrientes a produção de *Eucalyptus grandis* causou incremento aos nutrientes do solo e um houve ganho expressivo em volume de madeira. Os estudos mostraram que o aproveitamento das cinzas do bagaço de cana de açúcar e de biomassa florestal são tecnicamente viáveis e causaram melhoras nos processos em que foram utilizadas.

PALAVRAS-CHAVE: Cinzas, Biomassa Florestal, Bagaço de Cana de Açúcar.

UTILIZATION OF ASH FROM DIFFERENT SOURCES OF ENERGY GENERATION: A COMPARATIVE STUDY

ABSTRACT: Waste management is a strategic issue for companies, which has led to the search for alternatives for the use of industrial waste as ashes from the burning of raw material. The objective of the study was to make a comparison between the use of ash generate in the process of burning forest biomass and sugar cane bagasse and analyze their viability. Two studies were chosen with different ways of using ashes and analyzed in terms of efficiency. Regarding sugar cane bagasse used as asphalt concrete filler, there was an improvement in specific properties

of the concrete and greater resistance to traction and resilience. Ashes from forest biomass applied as a source of nutrients to *Eucalyptus grandis* production caused an increase in soil nutrients and there was a significant gain in wood volume. Studies have shown that the utilization of ashes of sugar cane bagasse and forest biomass are technically viable and cause improvements in the process that were used.

KEYWORDS: Ashes, Forest Biomass, Sugar Cane Bagasse.

1 | INTRODUÇÃO

Os seres humanos necessitam da energia elétrica para sua subsistência e para o desenvolvimento de bens e serviços. No Brasil as hidrelétricas são as principais fontes de energia e representam aproximadamente 65% da energia elétrica gerada (Ochoa et al., 2015) e compreendem 61% da capacidade total dos sistemas de geração de energia instalados (Faria e Jaramillo, 2017).

Em termos mundiais, a principal forma de produção de energia atualmente são as usinas termoeletricas, que representam em torno 70% da produção mundial, as quais são amplamente utilizadas em países desenvolvidos. No Brasil as termoeletricas são mais empregadas para o abastecimento de indústrias e como fontes de reserva, em casos de crise energética (Beretta et al., 2019).

Além das fontes tradicionais de energia citadas, fontes alternativas estão ganhando força, fato que garante uma maior independência de fontes únicas de geração de energia, e contribui para o desenvolvimento sustentável da economia de um país (Ochoa et al., 2015). A consciência de que o gerenciamento dos resíduos é uma questão estratégica para as empresas tem levado muitos pesquisadores a buscar alternativas para o aproveitamento dos resíduos industriais. No caso de usinas termoeletricas, a queima das fontes de energia gera, dentre outros produtos, altos teores de cinzas (Siqueira et al., 2012).

O objetivo do presente trabalho é realizar um estudo comparativo entre o aproveitamento da cinza gerada no processo de queima de distintas fontes de energia, descritos em dois artigos científicos brasileiros e analisar sua viabilidade. As fontes analisadas serão a biomassa florestal e o bagaço de cana de açúcar.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Foram escolhidos dois estudos com diferentes modos de aproveitamento de cinzas e analisados sua eficiência.

- Aproveitamento da cinza do bagaço de cana-de-açúcar como filler em concreto asfáltico: Conforme o trabalho realizado por Leal e Pereira (2007), o concreto asfáltico é um dos materiais de maior custo que constitui um pavimento flexível. Portanto, a substituição de um de seus componentes, ou parte deles, por resíduos industriais, pode contribuir para a redução de custos, sem alterar significativamente as suas propriedades. Além disto, pode diminuir o impacto ambiental causado pela necessidade de áreas específicas para

deposição deste tipo de resíduo e reduzir a necessidade de exploração de novas jazidas.

Nos dias atuais o Brasil é considerado o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, com uma área plantada de aproximadamente 5 milhões de hectares, além de possuir o maior programa de energia renovável do mundo. Durante o processamento da cana-de-açúcar para fabricação de açúcar e álcool, são produzidas grandes quantidades de bagaço de cana. A maior parte do bagaço é usada para geração de energia térmica e elétrica, tornando a indústria sucroalcooleira uma das únicas produtoras e consumidoras de energia renovável. O bagaço de cana queimado nas caldeiras das usinas de açúcar gera a cinza, que permanece em suspensão, e é recuperada por meio de arraste hidráulico.

Inicialmente os materiais necessários à produção do concreto asfáltico foram coletados e caracterizados pelos autores. Na etapa seguinte, foi efetuada a dosagem do concreto asfáltico, por meio do método Marshall, para obtenção de uma mistura de referência. Por fim, foi adicionada a cinza, nos vários teores, e realizado os ensaios previstos no programa experimental, os quais foram a velocidade do pulso ultra-sônico, a estabilidade, a tração indireta e o módulo de resiliência.

- Uso da cinza de biomassa florestal como fonte de nutrientes em povoamentos puros de *Eucalyptus grandis*: Conforme indicado pelo trabalho de Gonçalves e Moro (1995), a adição de cinzas no solo pode proporcionar alterações nas características físicas e químicas do solo. Sendo que, em especial, a utilização de cinza proveniente da biomassa florestal pode promover ganhos significativos de produtividade. A biomassa vegetal consiste basicamente nos resíduos da madeira utilizada industrialmente, já a cinza gerada é resultante da combustão incompleta e variada da madeira.

Os autores Gonçalves e Moro (1995) em seu trabalho buscaram aplicar um experimento de inserção de cinza de biomassa florestal no solo, aliado ao plantio de *Eucalyptus grandis*, de forma a avaliar os reflexos nas características do solo e da nutrição vegetal. As doses de cinzas aplicadas nas amostras de solo foram de 0, 15, 30 e 45 t/ha, sendo as amostras posteriormente incubadas por 2, 60 e 120 dias.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise dos efeitos causados pela adição da cinza do bagaço de cana-de-açúcar no pavimento asfáltico foram empregadas ferramentas estatísticas, como mostra a Figura 1.

Misturas	Resíduo (%)	UPV (m/s)	Estabilidade (kN)	Tração indireta (kPa)	Módulo de resiliência (MPa)
Referência	0	3780	10,66	790,6	2144
Cinza do bagaço de cana	35	3830	8,28	903,7	2586
	50	3740	8,04	883,0	3150
	70	3720	8,39	845,5	3307
	100	3700	8,48	838,9	2816

Figura 1 - Resultados dos ensaios do programa experimental.

Fonte: Leal e Pereira (2007).

De acordo com a ANOVA, o $F_{calculado}$ é 9,052 e o $F_{crítico}$ é 2,540 (Figura 2). Como $F_{calculado}$ é maior que $F_{crítico}$, a hipótese nula foi rejeitada, portanto, sabe-se que a adição da cinza do bagaço de cana causou alteração significativa na velocidade do pulso ultra-sônico. Observou-se que a velocidade do pulso ultra-sônico diminui com o aumento do percentual da cinza do bagaço de cana, o que pode estar relacionado ao aumento do percentual de vazios.

RESUMO

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
Coluna 1	12	45,81	3,8175	0,00627
Coluna 2	12	45,93	3,8275	0,00756
Coluna 3	12	44,84	3,736666	0,00473
Coluna 4	12	44,55	3,7125	0,00147
Coluna 5	12	44,43	3,7025	0,00309

ANOVA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	$F_{calculado}$	valor-P	$F_{crítico}$
Entre grupos	0,1676067	4	0,041901	9,05299	1,083E-05	2,53968
Dentro dos grupos	0,2545667	55	0,004628			
Total	0,4221733	59				

Figura 2 - ANOVA, adição de cinza do bagaço de cana, velocidade do pulso ultra-sônico.

Fonte: Leal e Pereira (2007).

As considerações apresentadas estão limitadas à utilização dos materiais em laboratório e quantidade de ensaios realizados. Por meio da análise dos resultados estatísticos se pode afirmar que a adição do cinza do bagaço de cana-de-açúcar melhora propriedades específicas do concreto asfáltico em cerca de 70%; a resistência à tração aumenta com o acréscimo do percentual da cinza do bagaço de cana; o módulo de resiliência aumenta com o aumento do percentual da cinza do bagaço de cana;

Conclui-se que o objetivo principal do estudo (aproveitamento da cinza do bagaço

de cana como filer no concreto asfáltico) foi alcançado. Verificou-se que o aproveitamento do resíduo é considerado viável tecnicamente.

Quanto aos resultados observados para a cinza de biomassa florestal, pode-se afirmar que a cinza promoveu elevação nos níveis de pH, dos elementos trocáveis K, Ca, Mg, do P extraível e redução do Al trocável, nas amostras de solo incubadas em condições controladas de laboratório, sendo fontes de nutrientes para as espécies vegetais. Resultados semelhantes também foram observados em outros estudos como os de Bellote et al. (1998) e Maeda, Silva e Cardoso (2008).

Em estudo semelhante, Bellote et al. (1998), além de observar o incremento de nutrientes no solo, também testemunhou um efeito sinérgico entre a aplicação de cinza e a produtividade de plantios florestais de *Eucalyptus grandis*. Os maiores incrementos em altura (4,0 m) e em volume de madeira (de 22 e 34 m³/ha.ano) foram obtidos para as doses mais elevadas de cinzas (Figura 3), representando incrementos de cerca de 65% e 85% respectivamente, em relação à adubação mineral.

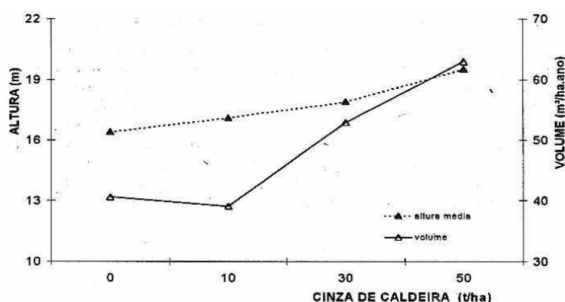


Figura 3 - Efeito sinérgico da aplicação de cinza de biomassa vegetal na produtividade de *Eucalyptus grandis*.

Fonte: Bellote et al. (1998).

Os estudos desenvolvidos permitem afirmar que o uso da cinza de biomassa em adição ao adubo mineral já utilizado, possibilita ganhos expressivos em volume de madeira, devido ao aumento da produtividade resultante das modificações das propriedades físicas e químicas do solo.

De modo geral, os trabalhos apontam a aplicação de cinzas de biomassa vegetal no solo para nutrição de plantios florestais como uma alternativa viável para a destinação desse resíduo por parte dos grandes produtores. Porém, destaca-se que a eficiência dos resultados da aplicação da cinza pode variar de acordo com as características do solo, características climatológicas do local e características da espécie de plantio a ser utilizada.

Existe uma gama de fontes pelas quais se pode gerar energia por meio da queima,

o que produz, inevitavelmente as cinzas como subproduto. A biomassa e bagaço de cana-de-açúcar são algumas delas, mas esta lista pode incluir fontes como gás natural, petróleo, urânio enriquecido, bagaço de diversos tipos de plantas, entre outros, e cada uma possui características diferentes de suas cinzas e aplicações. Nos estudos abrangidos, poderia ter sido abordado melhor uma análise da viabilidade econômica da pesquisa. O uso de fontes alternativas, as quais podem significar uma dificuldade para a destinação em indústrias, podem ser mais estudadas em centros de pesquisa e universidades, unindo, deste modo, a pesquisa à indústria.

4 | CONCLUSÃO

A utilização do bagaço de cana de açúcar pode melhorar consideravelmente algumas propriedades do concreto asfáltico. O aproveitamento deste resíduo se mostrou tecnicamente viável, apresentando vantagens como a menor necessidade de exploração dos recursos naturais e a redução da necessidade de criação de novas áreas de deposição de resíduos. No caso da utilização da biomassa vegetal, o estudo analisado deixou evidente o papel da cinza como agente melhorador dos atributos químicos do solo, e conseqüentemente, como fonte de nutrientes para as árvores, apresentando como principal vantagem os grandes níveis de respostas obtidas em produtividade do *Eucalyptus grandis* se mostrando viável a utilização no processo.

REFERÊNCIAS

BELLOTE. F. A., J, FERREIRA. C. A., ANDRADE. D. de C., Eng.-Agrônomos, Doutores, CREA n, **Boletim de Pesquisa Florestal**. (1998).

BERETTA, D.; NEOPHYTOU, N.; HODGES, James M.; KANATZIDIS, Mercouri G.; NARDUCCI, Dario; GONZALEZ, Marisol Martin-; BEEKMAN, Matt; BALKE, Benjamin; CERRETTI, Giacomo; TREMEL, Wolfgang. **Thermoelectrics: from history, a window to the future.: From history, a window to the future. Materials Science and Engineering: R**, [s.l.], v. 138, out. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.mser.2018.09.001>.

FARIA, Felipe A.M. de; JARAMILLO, Paulina. **The future of power generation in Brazil: an analysis of alternatives to amazonian hydropower development.: An analysis of alternatives to Amazonian hydropower development. Energy for Sustainable Development**, [s.l.], v. 41, p. 24-35, dez. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.esd.2017.08.001>.

GONÇALVES. J. L. M., MORO. L., **Uso da cinza de biomassa florestal como fonte de nutrientes em povoamentos puros de Eucalyptus grandis**, lpef. (1995).

LEAL. L. D., FERREIRA. P., **Açúcar Como Fíler Em Concreto Asfáltico, Vértices**. (2007).

MAEDA. S., SILVA da. H. D., CARDOSO. C., **Resposta de Pinus taeda à aplicação de cinza de biomassa vegetal em Cambissolo Húmico, em vaso**. Pesquisa Florestal Brasileira. (2008).

OCHOA, Alvaro Antonio; DINIZ, Helder; SANTANA, Wagner; SILVA, Petrônio; OCHOA, Leda. **APLICAÇÃO DE UMA FONTE ALTERNATIVA DE ENERGIA TERMELÉTRICA A GÁS NATURAL VISANDO REDUZIR O CUSTO COM ENERGIA ELÉTRICA EM UM EDIFÍCIO COMERCIAL**. *Holos*, [s.l.], v. 1, p. 72. 2015. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). <http://dx.doi.org/10.15628/holos.2015.2362>.

SIQUEIRA, J. S.; SOUZA, C. A. G.; SOUZA, J. A. S.; **Reaproveitamento de cinzas de carvão mineral na formulação de argamassas**. *Cerâmica*, [s.l.], v. 58, n. 346, p. 275-279, jun. 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0366-69132012000200020>.

CAPÍTULO 4

DESENVOLVIMENTO DE UM ALGORITMO PARA INTEGRAR UM SISTEMA DE GESTÃO DE COMBUSTÃO EM USINAS TERMELÉTRICAS A CARVÃO

Data de aceite: 03/08/2020

Data de submissão: 04/06/2020

Yago Fraga Ferreira Brandão

Universidade Católica de Pernambuco
(UNICAP)
Recife- PE
<http://lattes.cnpq.br/4376835512286424>

Valdemir Alexandre dos Santos

Universidade Católica de Pernambuco
(UNICAP)
Recife- PE
<http://lattes.cnpq.br/6361567059632670>

RESUMO: Nas usinas termelétricas (UTES) a energia utilizada é resultante da queima de um combustível fóssil ou renovável resultando na produção de energia. Na maioria dos casos as UTES utilizam combustíveis fósseis, sendo o principal deles o carvão, o que resulta em emissões atmosféricas danosas ao ambiente. Buscando obter o melhoramento do uso do combustível de forma a diminuir os impactos causados pelo mesmo, foram estudados dados técnicos da composição de uma amostra de carvão, das condições da queima e as reações de combustão desta amostra. Desta forma foi realizada a estequiometria da combustão levando em condições as características mássicas e energéticas da amostra. Após isso foi desenvolvido um algoritmo no Matlab/Simulink. Utilizou-se como banco de dados um software já validado para combustão, estabelecendo-se

uma tolerância de 5% para os desvios máximos em relação aos resultados válidos. Os resultados foram comparados com os níveis de emissão para fontes fixas, estabelecidos pelo CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). Os resultados obtidos ficaram dentro da tolerância, sendo considerados aceitáveis explicando as possíveis variações, apresentando também uma baixa quantidade de gases poluentes observando os resultados dos gases que causam mais danos ao meio ambiente. Comparando com os resultados experimentais o modelo elaborado para dar origem ao algoritmo desenvolvido foi validado, e os valores encontrados mostraram uma diferença considerável entre a amostra analisada e os limites estabelecidos pelo CONAMA (acima dos limites), podendo ser utilizado para uma análise prévia dos danos que a amostra causará ao meio ambiente, dessa forma sendo capaz de dar origem a um programa de gestão de combustão.

PALAVRAS-CHAVE: Carvão mineral, UTE, SIMULINK, GEE, Meio ambiente.

DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM TO INTEGRATE A COMBUSTION MANAGEMENT SYSTEM IN COAL THERMAL POWER PLANTS

ABSTRACT: In thermoelectric plants (TEPs) the energy used is the result of the burning of a fossil or renewable fuel resulting in the production of energy. In most cases, the TEPs use fossil fuels, the main one being coal, which results in atmospheric emissions harmful to the environment. Seeking to improve the use of fuel in order to reduce the impacts caused by it,

technical data on the composition of a coal sample, the burning conditions and the combustion reactions of this sample were studied. Thus, the stoichiometry of combustion was carried out taking into account the mass and energy characteristics of the sample. After that, an algorithm was developed in Matlab / Simulink. Software already validated for combustion was used as database, establishing a tolerance of 5% for the maximum deviations in relation to the valid results. The results were compared with the emission levels for fixed sources, established by CONAMA (National Council for the Environment). The results obtained were within the tolerance, being considered acceptable explaining the possible variations, also presenting a low amount of polluting gases observing the results of the gases that cause more damage to the environment. Comparing with the experimental results, the model developed to give rise to the developed algorithm was validated, and the values found showed a considerable difference between the sample analyzed and the limits established by CONAMA (above the limits), it can be used for a previous analysis of the damage that the sample will cause to the environment, thus being able to give rise to a combustion management program.

KEYWORDS: Coal, TEP, SIMULINK, GHG, Environment.

1 | INTRODUÇÃO

A geração termelétrica baseia-se na conversão de energia térmica em energia mecânica e na conversão desta em energia elétrica (PRATA, 2018). Ainda segundo Prata (2018) a energia térmica é obtida por meio da queima de combustíveis fósseis ou renováveis, ou pela fissão nuclear de combustíveis radioativos. As centrais termelétricas de cogeração são as que produzem energia elétrica e térmica a partir do mesmo combustível, sendo estes: derivados de petróleo, gás natural, carvão ou biomassa (LORA; NASCIMENTO, 2004). Este estudo foi realizado tendo como alvo as usinas termelétricas (UTE's) à carvão.

A principal matriz energética mundial está sustentada em combustíveis fósseis, além de serem não renováveis, são poluidores e causadores de emissões dos gases do efeito estufa (FERREIRA et al., 2019). A geração de energia elétrica a partir da queima de carvão compreende aproximadamente 38% da geração mundial. Por mais que essa fonte de energia esteja aos poucos sendo substituída por fontes renováveis nos Estados Unidos e em grande parte dos países da Europa, sua utilização continua aumentando consideravelmente em países asiáticos, como China e Índia, ocasionando num aumento mundial total de 3% entre 2017 e 2018 (PAVLAK, 2019). As maiores reservas de carvão mineral no Brasil situam-se nas regiões Sul e Sudeste, sendo que Rio Grande do Sul possui a maior jazida de carvão mineral do país, localizada no município de Candiota (PETERS et al., 2017).

Os principais poluentes que se formam durante a queima de qualquer combustível orgânico, são: Material particulado (MP), dióxido de enxofre (SO_2), monóxido e dióxido de carbono (CO e CO_2), óxido e dióxido de nitrogênio (NO , NO_x e NO_2) e hidrocarbonetos (HC) (SILVA, 2016). A Resolução CONAMA N° 436/2011 (estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas instaladas ou com pedido de licença

de instalação anteriores a 02-01-2007) aponta como necessidade de controle os gases NO_x , SO_x e O_2 (BRASIL, 2011).

MATLAB (MATrix LABoratory) é um ambiente computacional numérico multiparadigmático de linguagem de programação de quarta geração, permitindo manipulação de matrizes, plotagem de funções e dados, implementação de algoritmos, criação de interfaces de usuário e interação com outros programas escritos em outras linguagens, incluindo C, C++, Java, Fortran e Python (JALALVAND et al., 2018). O MATLAB é largamente utilizado nas universidades e faculdades, nos cursos introdutórios ou avançados de matemática, ciências e, especialmente, nas engenharias. Na indústria, o software alcançou o status de ferramenta de pesquisa, projeto e desenvolvimento (GILAT, 2009).

Segundo Tomita et al. (2019) o MATLAB/Simulink é uma ferramenta vastamente utilizada para o desenvolvimento baseado em modelos, oferecendo um ambiente para operações numéricas, modelagem gráfica e geração de códigos. De acordo com Chaturvedi (2017) os ambientes do MATLAB e do Simulink são integrados em uma entidade, e assim é possível analisar, simular e revisar os modelos em qualquer ambiente a qualquer momento. A biblioteca do Simulink contém blocos para representar modelos matemáticos que comumente ocorrem em sistemas dinâmicos onde estes são agrupados em subcategorias de acordo com sua função (TRAPERO ;RAMOS; DE FRUTOS, 2019). Ainda segundo Trapero ; Ramos; De Frutos (2019) criar um modelo no Simulink consiste em selecionar os blocos apropriados e conecta-los de um modo que represente o modelo matemático.

Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um algoritmo, através do software Matlab/Simulink para integrar um sistema de gestão de combustão em usinas termelétricas a carvão, controlando os níveis de emissões e melhorando o uso dos combustíveis fósseis.

2 | METODOLOGIA

Para a elaboração do algoritmo foi utilizado o software Matlab/Simulink sendo levado em consideração a quantidade de entrada em cada componente, o processo estequiométrico da combustão (incluindo a relação de CO e CO₂) e os valores energéticos dos componentes adotando um excesso de ar de 30%. Utilizou-se o modelo já validado de Ribeiro (2002) e estabeleceu-se uma tolerância de 5% entre a diferença de resultados. Além dos valores dos gases de combustão foram calculados os valores dos poderes caloríficos inferior e superior. Na Figura 1 se encontra o fluxograma da metodologia adotada para este trabalho.

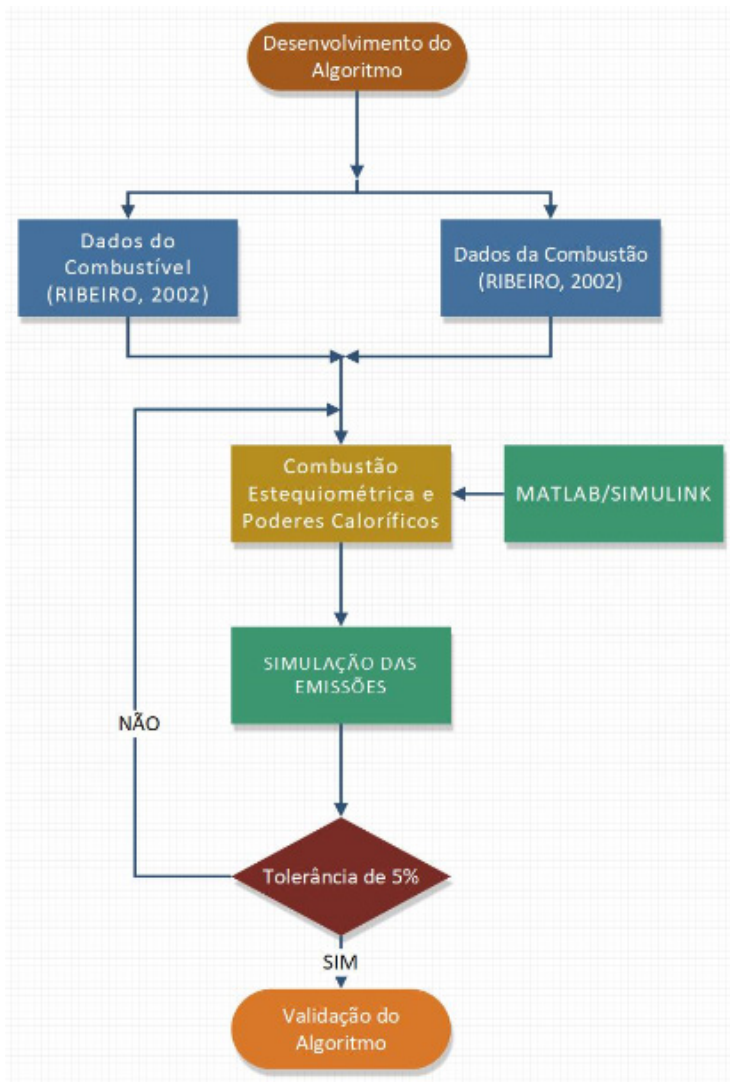


Figura 1. Fluxograma das etapas da metodologia (Autores, 2020).

Os valores utilizados como dados de entrada para combustão e combustível se encontram na Tabela 1.

Elemento	Valor (%)
Carbono	46,290
Hidrogênio	3,060

Oxigênio	4,090
Nitrogênio	0,950
Enxofre	2,010
Umidade	1,318

Tabela 1. Dados de entrada do processo (Adaptado de Ribeiro (2002)).

As equações de combustão foram utilizadas baseando-se em Hilsdorf et al. (2004) destacando-se principalmente as equações de poder calorífico, respectivamente as Equações 1 e 2.

$$PCS = 8100 xC + 34400 (xH - (xO * 1/8)) + 2500 xS \quad \text{Equação (1)}$$

Em que:

PCS = Poder Calorífico Superior (Kcal/Kg).

xC = Fração mássica de carbono presente no combustível.

xH = Fração mássica de hidrogênio presente no combustível.

xO = Fração mássica de oxigênio presente no combustível.

xS = Fração mássica de enxofre presente no combustível.

$$PCI = 8070 xC + 29000 (xH - (xO * 1/8)) + 2248 xS - 600 H_2O \quad \text{Equação (2)}$$

Em que:

PCI = Poder Calorífico Inferior (Kcal/Kg).

xC = Fração mássica de carbono presente no combustível.

xH = Fração mássica de hidrogênio presente no combustível.

xO = Fração mássica de oxigênio presente no combustível.

xS = Fração mássica de enxofre presente no combustível.

H₂O = Fração de água presente no combustível.

Para estabelecer a diferença de resultados foi realizada a subtração entre o valor da base de dados e o obtido dividindo pelo valor da base de dados, como pode ser visto na Equação 3.

$$\frac{|Vb-Va|}{Vb}$$

Equação (3)

Em que:

Vb = Valor da base de dados.

Va= Valor da amostras.

Após a obtenção da diferença multiplica-se o resultado por 100 a fim de representá-lo em porcentagem, a partir disto foi desenvolvido o algoritmo no Matlab/Simulink afim de obter-se a validação do mesmo.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as diferenças entre os valores do algoritmo e os valores experimentais estão dentro da tolerância de 5 % previamente estipulada, nos casos do PCI e PCS (em kcal/kg) os níveis indicaram a qualidade da queima durante a combustão. É necessário destacar que a maior diferença foi de 2,41%, além disso, os valores de NO, N₂ e O₂ tiveram menos de 1% de diferença; os valores podem ser vistos na Tabela 2. Na Figura 2 é possível ver o algoritmo na ferramenta *Simulink* com todas as conexões realizadas e na Figura 3 uma versão de caixa fechada e seus resultados.

Item	Valor Calculado	Valor de Ribeiro (2002)	Diferença (%)
CO2 (%)	12,69417	13,00766	2,41
CO (%)	0,01314	0,01346	2,41
H2O (%)	6,40670	6,50068	1,45
N2 (%)	75,86040	75,42321	0,58
O2 (%)	4,50159	4,52629	0,55
SO2 (%)	0,20691	0,21180	2,31
NO (%)	0,31707	0,31406	0,95
PCI (Kcal/ Kg)	4512,01730	4428,87800	1,84
PCS (Kcal/ Kg)	4676,51000	4594,87000	1,75

Tabela 2. Comparação entre os resultados obtidos pelo algoritmo e os valores de Ribeiro (2002).

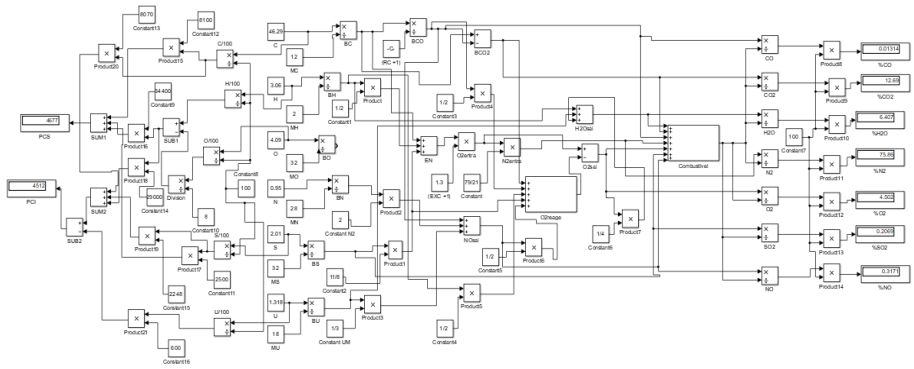


Figura 2. Algoritmo com todas as funções abertas.

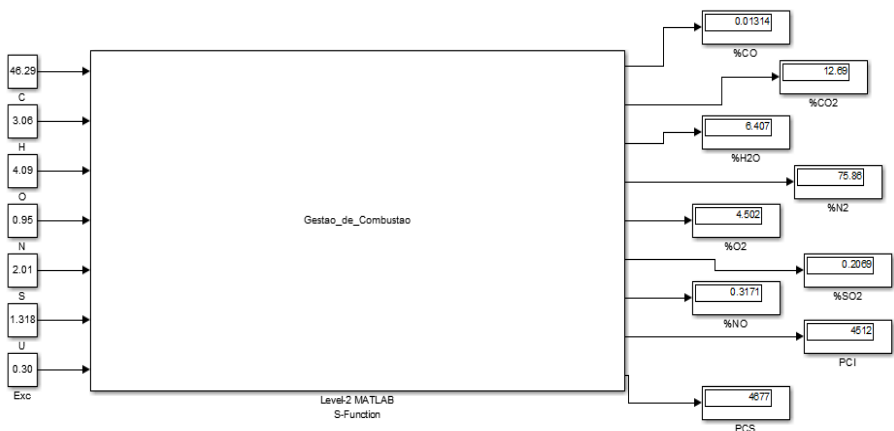


Figura 3. Dados obtidos com o algoritmo no Simulink.

Observando a Tabela 2 os valores se encontram todos na faixa de 5% de tolerância, destacando-se que como o maior valor de diferença foi de 2,41% o algoritmo seria válido para uma tolerância de 2,5% , mostrando assim eficiente visto que o modelo ao qual foi comparado é um software já validado; ainda destaca-se a capacidade do *Simulink* de resolver o processo visualmente e matematicamente.

Na Figura 3 é possível observar todas as equações utilizadas no processo, devido a sua grande quantidade de funções opta-se por um sistema simplificado para melhorar a visualização, mantendo apenas entradas e saídas. Nota-se na Figura 4 uma caixa (*Gestão_de_Combustão*) onde estão inseridas todas as equações utilizadas no algoritmo para obtenção dos dados de gases de combustão.

Comparando com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 436/2011 o nível de SO₂ permitido é de 0,06% e o encontrado foi de 0,2069 % (3 vezes maior que o

permitido). Analisando os níveis de NO o limite estabelecido é de 0,035% e o calculado foi de 0,31707%, um resultado quase 10 vezes maior do que o limite permitido. Na análise de O₂ a amostra analisada (4,50159%) encontra-se dentro dos padrões do CONAMA (5%).

Desta forma o algoritmo mostrou-se uma ferramenta para auxiliar o controle de emissões visto que com os dados de uma amostra de carvão foi possível identificar se seus níveis de emissões seriam nocivos ao ambiente, podendo servir como base para o operador saber o dano antes da execução do processo.

4 | CONCLUSÃO

Todos os valores dos gases de combustão e dos poderes caloríficos inferior e superior ficaram dentro da tolerância estabelecida mostrando a eficiência do algoritmo em dar respostas e possibilitando a validação do mesmo. Ainda se destaca a possibilidade de analisar previamente os impactos dos gases de combustão tornando possível saber qual amostra de carvão será mais prejudicial para o ambiente. Com base nisto conclui-se que o algoritmo pode ser utilizado em um sistema de gestão de combustão visto que ele atende os requisitos estabelecidos nesse trabalho.

Sugere-se aqui que possam ser feitas melhorias neste algoritmo, visando melhorar o processo de identificação prévia de danos ao ambiente. Além disso utilizar futuramente mais amostras para saber quais estarão dentro dos limites estabelecidos pelo CONAMA.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **RESOLUÇÃO Nº 436, DE 22 DE DEZEMBRO DE 2011**. 2011.

CHATURVEDI, D. K. **Modeling and simulation of systems using MATLAB and Simulink**. CRC press, 2017.

FERREIRA, J. C.; CAVALLARI, R. V.; SILVA, F. A.; RODRIGUES, T. S.; SILVA, J.; BERGAMASCHI, V. S. **Preparação de catalisadores de níquel e cério suportados em carvão de coco**. 2019.

GILAT, A. **MATLAB com aplicações em engenharia**. Bookman Editora, 2009.

HILSDORF, J. W. ; BARROS, N. D. D. ; TASSINARI, C. A. ; COSTA, I. **Química tecnológica**. São Paulo, Pioneira Thomson Learning. 2004.

JALALVAND, A. R.; ROUSHANI, M.; GOICOECHEA, H. C.; RUTLEDGE, D. N.; GU, H. W. **MATLAB in electrochemistry: A review**. Talanta , v. 194, p. 205-225, 2019.

LORA, E. E. S.; NASCIMENTO, M. D. **Geração Termelétrica: Planejamento**. Projeto e Operação, v. 1, 2004.

PAVLAK, L. P. **Previsão de emissões de NOx de uma usina termelétrica à carvão por meio de redes neurais artificiais.** 2019.

PETERS, S. R. ; ZOTTIS, R.; MUNIZ, A. ; RODRIGUES, R. **Simulação da cogaseificação de carvão mineral e casca de arroz para a produção de hidrogênio.** In: V Congresso Brasileiro de Carvão Mineral. Criciúma–Santa Catarina–Brasil. 2017.

PRATA, José Eduardo. **Estimativa e recuperação da água presente nos produtos de combustão de centrais termelétricas.** Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2018.

RIBEIRO, A. **Influência da Qualidade do Carvão e das Condições Operacionais no Processo de Combustão de uma Usina Termelétrica.** 92 f. Dissertação (Mestrado) – Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

SILVA, D. V. S. **Análise das emissões atmosféricas e eficiência energética na geração de eletricidade por termogeração, utilizando motores do ciclo diesel.** 2016.

TOMITA, T. ; ISHII, D.; MURAKAMI, T.; TAKEUCHI, S., AOKI, T. **A scalable Monte-Carlo test-case generation tool for large and complex simulink models.** In: 2019 IEEE/ACM 11th International Workshop on Modelling in Software Engineering (MiSE). IEEE, p. 39-46. 2019.

TRAPERO, J. R.; RAMOS, F.; DE FRUTOS, E. H. **A Simulink Library for Supply Chain Simulation.** In: Engineering Digital Transformation. Springer, Cham, p. 343-350. 2019.

CAPÍTULO 5

DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA AS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA E EFLUENTES DE LAGES/SC

Data de aceite: 03/08/2020

Data de submissão: 05/05/2020

Renata Bulling Magro

Universidade do estado de Santa Catarina –
UDESC
Lages - Santa Catarina
<http://lattes.cnpq.br/1483898750850497>

Mariana Gomes Oliveira

Universidade do Estado de Santa Catarina –
UDESC
Lages – Santa Catarina
<http://lattes.cnpq.br/9896135276604040>

Isabella Alessandra Branco

Universidade do Estado de Santa Catarina –
UDESC
Lages – Santa Catarina
<http://lattes.cnpq.br/6467155538576411>

Camila Luzia Rufino

Universidade do Estado de Santa Catarina –
UDESC
São Bento do Sul – Santa Catarina
<http://lattes.cnpq.br/2250422908804820>

Aline Schroeder

Universidade do Estado de Santa Catarina –
UDESC
Jaraguá do Sul – Santa Catarina
<http://lattes.cnpq.br/6011426869873391>

RESUMO: A poluição e os impactos causados pela produção e utilização de fontes convencionais de energia vêm mostrando um

crescimento na busca por energias alternativas, das quais, na maioria dos casos, a solar demonstra ser a mais promissora. Dentre os vários locais em que os sistemas de energia solar podem ser implementados, destacam-se as estações de tratamento de água de esgoto dado os diversos benefícios que podem ser obtidos, como a redução de impacto ambiental e a atenuação do alto custo operacional destas atividades. Apresenta-se como objetivo principal deste estudo o dimensionamento de um sistema fotovoltaico que atendesse a demanda energética das estações de tratamento de água (ETA) e esgoto (ETE) do município de Lages/SC, avaliando economicamente sua possibilidade de instalação. Analisou-se dois cenários: o cenário real, no qual realizou-se o dimensionamento de painéis fotovoltaicos utilizando apenas as áreas disponíveis e viáveis para tal função; e o cenário hipotético, considerando que toda a demanda de energia elétrica das estações seria suprida pelo sistema fotovoltaico. Os resultados obtidos demonstram que a implementação de um sistema fotovoltaico tipo Grid-Tie nas estações de tratamento é viável, pois obteve-se um payback igual a três anos e três meses para o cenário real, e para o cenário hipotético, um payback de quatro anos e seis meses.

PALAVRAS-CHAVE: Energia solar, Sistema Grid-Tie, Estação de tratamento de água.

SIZING A PHOTOVOLTAIC SYSTEM FOR THE WATER AND EFFLUENT TREATMENT PLANTS OF LAGES/SC

ABSTRACT: Pollution and the impacts caused

by the production and use of conventional energy sources have shown an increase in the search for alternative sources of energy, of which the solar energy shows to be the most promising one. Among the various places where solar energy systems can be implemented, water treatment plants and effluents treatment plants stand out given the various benefits that can be obtained, such as reducing environmental impact and the high operational cost of these activities. The main objective of this study is to design a photovoltaic system that answers the energy demand of water treatment plant and domestic effluent treatment plant of Lages / SC, economically evaluating their possibility of installation. Two scenarios were analyzed: the real scenario, in which the sizing of photovoltaic panels was carried out using only the available and viable areas for such function; and the hypothetical scenario, considering that all the electricity demand from the plants would be supplied by the photovoltaic system. The results obtained demonstrate that the implementation of a Grid-Tie photovoltaic system in the treatments plants is feasible, since the payback was equal to three years and three months for the real scenario, and for the hypothetical scenario, the payback obtained was four years and six months.

KEYWORDS: Solar energy, Grid-Tie system, Water treatment plant.

1 | INTRODUÇÃO

A poluição e os impactos causados pela produção e utilização de fontes convencionais de energia vêm mostrando um aumento na utilização de energias alternativas, das quais na maioria dos casos, a solar se mostra a mais promissora e consolidada. Entre 2010 e 2016, a taxa global de crescimento de instalações fotovoltaicas foi de 40%, e neste mercado em expansão, os módulos fotovoltaicos de silício responderam por 94% das instalações (FRAUNHOFER ISE, 2016).

A geração distribuída de energia por intermédio dos sistemas fotovoltaicos integrados às residências ou edificações apresenta alguns benefícios. Um exemplo é o fato de serem aliviadas as demandas energéticas de cargas com perfil de pico diurno, como em sistemas de refrigeração em edificações. Do ponto de vista de eficiência energética, deve-se considerar que são reduzidas as perdas por transmissão e distribuição, uma vez que o consumo de energia acontece no próprio ponto da geração.

Dentre os vários locais em que podem ser utilizados esse sistema, estão as estações de tratamento de água (ETA) e efluentes (ETE), que visa tanto a redução de impacto ambiental quanto a redução do alto custo operacional destas atividades. O consumo de energia de uma ETA, embora variável de acordo com o porte de cada uma, tende a ser elevado devido a questões de bombeamento de água bruta, tratada ou esgoto e a floculação hidráulica (técnica aplicada em alguns tratamentos), o que eleva muito o custo operacional.

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo realizar o dimensionamento de um sistema solar fotovoltaico do tipo Grid-Tie para a estação de tratamento de água e esgoto da SEMASA localizada no município de Lages/Santa Catarina, avaliando a economia mensal gerada caso o sistema fosse instado.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Demanda de energia

Para o cálculo de demanda de energia partiu-se do valor gasto com energia elétrica no ano de 2016, o qual foi de R\$ 4.808.871,74. Desta forma, considerou-se que este valor foi proveniente apenas de consumo de energia, ou seja, foram desconsiderados impostos, assim como variação horária na tarifa de consumo ou influência de bandeira. Utilizou-se a tarifa da companhia elétrica Celesc de R\$ 0,4424165/kWh. Logo, foi obtida uma demanda mensal média de energia de 905.796,66 kWh/mês.

Determinação das áreas de instalação dos módulos

A estação de tratamento de água e de efluentes de Lages/SC possuem área total de 18.711,97m² e 15.909,25m², respectivamente. Verificou-se a orientação e posição das edificações para escolha dos locais mais adequados para instalação do sistema.

Dimensionamento dos módulos fotovoltaicos

O módulo fotovoltaico escolhido para ser utilizado neste estudo foi o modelo RSM60-6-275P da Risen Solar. Cada módulo é composto por 60 células, ocupando uma área de 1,64 m². De acordo com as especificações elétricas, esse módulo possui as seguintes características: Máxima potência = 275 W; Tensão de máxima potência = 31,5 V; Tensão de circuito aberto = 35,6 V; Corrente de máxima potência = 7,51 A.

Com a utilização do programa Google Earth obteve-se a latitude e a longitude aproximada das estações de tratamento. Inserindo as coordenadas no sistema de dados Cresesb (Centro de Referência para Energias Solar e Eólica Sérgio S. de Brito) pode-se obter o valor de radiação solar diária, equivalente ao tempo de exposição solar (h/d). No caso de um sistema Grid-tie, utilizou-se o valor da maior média anual, sendo igual a 4,44 kWh/m²d para o local do estudo de caso proposto.

A partir da Equação 01, obteve-se potência (Pt), relacionando a energia de geração (Eg), o tempo de exposição (Te) e as perdas de energia (n), de modo a satisfazer as necessidades de consumo diário de energia.

A capacidade que o gerador FV tem em alimentar as diversas cargas, está sujeito algumas perdas inerentes ao sistema, dessa maneira o rendimento pode ser considerado como 80% (CARNEIRO, 2009).

$$Pt = \frac{Eg}{(Te \cdot n)} \quad (01)$$

Obteve-se através da relação entre o potência total e a potência de cada módulo (Pm), o número de módulos (Nm) necessários para suprir toda a demanda (Equação 02).

$$Nm = \frac{Pt}{Pm} \quad (02)$$

Para a quantificação da área disponível para a instalação dos módulos calculou-se o somatório da razão entre a área disponível de edificação (Ad) e a área de cada módulo fotovoltaico (Am) (Equação 3).

$$Nm = \sum \frac{Ad_i}{Am} \quad (03)$$

Considerando as perdas na geração de energia devido à interferência da radiação com a atmosfera e em relação a posição solar, cada módulo FV poderia gerar aproximadamente 41 kWh/mês (Em) para a região de Lages/SC. A partir da Equação 04, obteve-se a energia total (Et) gerada pelos módulos.

$$Et = Em \times Nm \quad (04)$$

Inversor Grid-tie

A escolha do inversor é realizada de acordo com as especificações do sistema ao qual está conectado. A potência máxima do inversor deve ser igual ou superior à potência da demanda. O dimensionamento do inversor depende da geração do sistema fotovoltaico, ele é diretamente proporcional a potência nominal do sistema, portanto, os inversores foram definidos após a determinação das potências demandadas nas estações de tratamento.

Viabilidade Econômica

A viabilidade econômica da implantação do sistema foi calculada por se tratar de uma importante ferramenta utilizada na tomada de decisões. O retorno do investimento foi calculado pelo método do *payback* simples.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Determinação das áreas de instalação dos módulos

Com base na posição e orientação das edificações, foram selecionados os prédios para a instalação dos módulos fotovoltaicos e duas áreas verdes que também poderiam ser utilizadas para este fim, as quais estão demonstrados na Figura 1. As áreas de cada edificação disponíveis para a instalação dos módulos FV estão demonstradas na Tabela 1.



Figura 1 – Locais de instalação dos módulos FV, delimitados em vermelho.

a) ETA; b) ETE

Item	Identificação	Área (m ²)
Área 1	ETA	396
Área 2	ETA	132
Área 3	ETA	79,6
Área 4	ETA	203
Área 5	ETA	225
Área 6	ETE	51,55
Área 7	ETE	34,7
Área 8	ETE	48,3
Área 9	ETE	1117
Área 10	ETA	1051,54
Total		3338,69

Tabela 1 – Descrição das edificações e suas áreas disponíveis para instalação dos módulos FV

Pode-se observar que algumas edificações não foram consideradas para o dimensionamento dos módulos FV, isto se deve ao fato da orientação das mesmas não ser o sentido norte-sul, mas sim Leste-Oeste, o que faria com que os módulos perdessem eficiência. Desta forma, optou-se por não considerar estas edificações.

Dimensionamento dos módulos fotovoltaicos

A partir da Equação 01 obteve-se uma potência de 8.500,34kW, necessária para satisfazer a demanda de energia elétrica. Conforme a Equação 02, seriam necessários 30.911 módulos, para suprir a potência total consumida diariamente pelas atividades da ETE e ETA. Contudo, a área disponível para a instalação dos módulos fotovoltaicos é de 3338,69 m². Logo, a Equação 03, resultou em 2.039 módulos, os quais poderiam ser instalados na área disponível das edificações consideradas apropriadas. A Tabela 2 mostra o número de módulos em cada uma das áreas determinadas anteriormente.

Identificação	Nº módulos
A1	241
A2	80
A3	49
A4	124
A5	138
A6	32
A7	22
A8	30
A9	681
A10	641
Total	2039

Tabela 2 – Número de módulos instalados em cada área

Desta forma, a Equação 04 demonstrou uma geração total de energia equivalente 83.599kWh/mês com a instalação dos módulos. Esta energia pode ser considerada como a energia que será economizada, visto que não será necessário obter da rede elétrica. Com a tarifa da companhia elétrica fixada em R\$ 0,4424165/KWh, o valor economizado por mês com a instalação do sistema seria de R\$ 36.989,77.

Inversor Grid-tie

Com base nas potências demandadas pelos módulos, definiu-se para a estação de tratamento de água um único inversor com potência de 350kW, que satisfaz a potência demandada total pelos módulos fotovoltaicos. Já para a estação de tratamento de esgoto determinou-se um inversor de 200kW, que da mesma forma satisfaz a potência total demandada. As especificações dos inversores estão demonstradas na Tabela 3.

Identificação	Modelo	Valor (R\$)
ETA	RNA350KL-M	144.323,30
ETE	RNA200KL-M	91.477,61

Tabela 3 – Descrição dos inversores

Viabilidade Econômica

Os custos relacionados à implantação do sistema de geração de energia elétrica por meio de módulos fotovoltaicos estão representados na Tabela 4.

Item	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Módulos FV	2039	579,00	1.180.715,15
Inversor ETE	1	91.477,61	91.477,61
Inversor ETA	1	144.323,20	144.323,20
Total (R\$)			1.416.515,96

Tabela 4 – Relação de custos da implantação de módulos FV.

Considerando um investimento inicial para a instalação do sistema fotovoltaico de R\$1.416.515,969, e sendo o gasto mensal das unidades igual a R\$ 400.739,31, seria possível obter um lucro líquido de R\$ 36.989,77, o que representa uma economia de 9,23% em relação ao gasto mensal. A economia anual em energia elétrica seria de R\$ 443.877,24. Com base na Equação 05, obteve-se um tempo de retorno do investimento igual a 38,3 meses, equivalente a 3 anos e 3 meses, considerado um *payback* reduzido, considerando o alto valor do investimento.

4 | CONCLUSÃO

A implantação dos módulos fotovoltaicos com o intuito de produzir energia elétrica para a demanda das estações de tratamento de água e efluentes da SEMASA do município de Lages (SC), pode ser considerada viável por ter apresentado um *payback* reduzido no cenário real (3 anos e 3 meses) de implantação. O valor economizado anualmente pode ser utilizado para outros fins, como o aumento da rede coletora de esgoto.

A instalação de módulos FV próximos ao solo tem a desvantagem de restringir a necessidade de futuras expansões das estações de tratamento, provenientes do aumento da população do município.

REFERÊNCIAS

CARNEIRO, J. **Dimensionamento de Sistemas Fotovoltaicos**. 2009. 37f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Têxtil, Departamento de Física, Universidade do Minho, Portugal, 2009.

CRESESB. Cento de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito. **Coletânea de Artigos: Solar e Eólica**. Volume 2. CRESESB/CEPEL. Rio de Janeiro, 2003.

FRAUNHOFER INSTITUTE FOR SOLAR ENERGY SYSTEMS. **Photovoltaics report**. Freiburg, 2008.

VIABILIDADE DE INSERÇÃO DE PRODUÇÃO DE ENERGIA LIMPA MEDIANTE UM SISTEMA SOLAR FOTOVOLTÁICO (ON GRID) PARA REDUÇÃO DE CO₂ E GASTOS COM ENERGIA NA UNIVASF CAMPUS JUAZEIRO-BA

Data de aceite: 03/08/2020

Data de submissão: 07/07/2020

Edgardo Guillermo Camacho Palomino

UNIVASF, Colegiado de Engenharia Elétrica
Juazeiro – BA
<http://lattes.cnpq.br/6485073592379730>

Leonardo Alves de Melo

UNIVASF, Colegiado de Engenharia Elétrica
Juazeiro – BA

Liudson Rafael Pires Ribeiro

UNIVASF, Colegiado de Engenharia Elétrica
Juazeiro – BA
<http://lattes.cnpq.br/7128428185179726>

Túlio Salomão de Sá Carvalho

UNIVASF, Colegiado de Engenharia Elétrica
Juazeiro – BA

Vítor Moreira de Oliveira

UNIVASF, Colegiado de Engenharia Elétrica
Juazeiro – BA
<http://lattes.cnpq.br/6051088631815428>

Jenifer Tejada Cardoso

UNIVASF, Colegiado de Engenharia Civil
Juazeiro – BA
<http://lattes.cnpq.br/2559687464374080>

Tainara Tejada Camacho

Faculdade Soberana
Petrolina - PE
<http://lattes.cnpq.br/5157316944790054>

condições do meio ambiente, está em alta a procura por fontes limpas de energia renováveis. Pois, além de preservar o meio ambiente gera um retorno financeiro. Este trabalho analisa os impactos econômicos e ambientais da implementação de sistemas fotovoltaicos conectados a rede (SFCR) nas instalações da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF) - Campus Juazeiro/BA. O objetivo do trabalho é quantificar o valor da geração fotovoltaica e do nível de emissão de dióxido de carbono a partir da medição de energia elétrica. Além do mais, tem como objetivos específicos avaliar a redução de gastos com energia elétrica e comparar o nível de emissão de dióxido de carbono em duas situações: suprindo o consumo com energia da concessionária ou, quando o consumo é atendido unicamente pelo SFCR. Os resultados encontrados quando da implementação de um SFCR de 443,52 KWp, demonstram que, além de obter uma economia importante de aproximadamente R\$ 35.571,65, mensal, na conta de energia elétrica é possível reduzir em 32.054,57 kgCO₂ no período de um ano a quantidade de emissões de CO₂ e geraria menos gases de efeito estufa (GEE).

PALAVRAS-CHAVE: Energia solar, Módulos fotovoltaicos, Sistema fotovoltaicos On-Grid, Emissão de CO₂, Emissão de gases de efeito estufa.

RESUMO: Devido a situação global, onde as nações cada vez mais se preocupam com as

FEASIBILITY OF INSERTING CLEAN ENERGY PRODUCTION THROUGH A SOLAR PHOTOVOLTAIC SYSTEM (ON GRID) FOR REDUCTION OF CO₂ AND ENERGY EXPENSES AT UNIVASF CAMPUS JUAZEIRO-BA

ABSTRACT: Due to the global situation, where nations are increasingly concerned with environmental conditions, the demand for clean renewable energy sources is high. Besides preserving the environment, it generates a financial return. This work analyzes the economic and environmental impacts of the implementation of photovoltaic systems connected to the grid (SFCR) at the facilities of the Federal University of Vale do São Francisco (UNIVASF) - Campus Juazeiro / BA. The objective of the work is to quantify the value of photovoltaic generation and the level of carbon dioxide emission from the measurement of electrical energy. In addition, its specific objectives are to assess the reduction in electricity costs and to compare the level of carbon dioxide emission in two situations: supplying energy consumption from the concessionaire or, when consumption is met only by SFCR. The results found when implementing an SFCR of 443.52 KWp, demonstrate that, in addition to obtaining important savings of approximately R\$ 35,571.65, monthly, in the electric bill it is possible to reduce 32,054.57 kgCO₂ in the period of a year the amount of CO₂ emissions and would generate less greenhouse gases (GHG).

KEYWORDS: Solar energy, Photovoltaic modules, On-Grid photovoltaic systems, CO₂ emissions, greenhouse gas emissions.

1 | INTRODUÇÃO

Com o aumento crescente da população mundial e da tecnologia cada vez mais moderna, a sociedade contemporânea se faz muito dependente da energia elétrica. Para atender a grande demanda energética necessária para alimentar as necessidades e os interesses da sociedade atual, é preciso de muita energia e conseqüentemente uma matriz energética eficiente. Além disso, sabe-se que o principal recurso da matriz energética no mundo é uma fonte não renovável e não mudou desde a Segunda Revolução Industrial (1850), o petróleo, mostrando desta forma a necessidade de se buscar outros tipos de fontes energéticas, principalmente fontes renováveis de energia.

Em um determinado país, a matriz energética compreende as diferentes formas de energia disponíveis para o uso em várias atividades sociais. No cenário atual as nações discutem e buscam fontes renováveis limpas e baratas como alternativa sustentável as opções já existentes. É muito interessante o uso renovável de energia, pois além de ter um apelo econômico, com a utilização de recursos mais baratos para a produção de energia, tem o fato de estar contribuindo com meio ambiente, o preservando, pois, a maioria desses recursos utiliza meios naturais e abundantes. Assim, evidencia a oportunidade de se utilizar energia solar fotovoltaica como uma forma de amenizar e talvez em um futuro substituir as fontes de energia não renováveis e promover a redução das emissões de dióxido de carbono (CO₂) através do uso de cálculos de quantificação de emissões evitadas de CO₂.

O Brasil é um dos poucos países no mundo, que recebe uma insolação (número

de horas de brilho do Sol) superior a 3000 horas por ano. E a região Nordeste conta com uma incidência média diária entre 4,5 a 6 kWh. Por si só estes números colocam o país em destaque no que se refere ao potencial solar (COSTA, H. S. 2015). Assim, com a aprovação da Comissão de Trabalho, de Administração e Serviço Público (CTASP - 30/08/2017) do Projeto de Lei que incentiva a implantação de painéis para captação de energia solar em edifícios públicos e privados, e que obriga o uso dos painéis em prédios que pertencem à Administração Pública Federal e, Também em (04/12/2017) a Comissão de Minas e Energia da Câmara dos Deputados aprovou alíquota zero de Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) para coletores ou painéis solares usados no aquecimento de água e na geração de energia (FAGUNDES, W. 2017).

Apesar disso, todo esse potencial não é aproveitado da melhor maneira por alguns motivos. No Nordeste, por exemplo, que é uma região com o um dos melhores índices de irradiação no país, e, por isso, ser um local de escolha para a construção de usinas solares, a falta de linhas de transmissão e outros problemas na infraestrutura são alguns dos problemas enfrentados na distribuição da energia gerada pelas usinas. Quando é o caso da pessoa física gerar energia, o problema é financeiro, pois faltam linhas de créditos com juros mais baixos, atrapalhando bastante o investimento nesse setor, em um estado com grande parte da população de baixa renda.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Avaliação do Espaço Físico

A região onde está situada a Univasf - Campus Juazeiro-BA, possui uma média de insolação diária elevada em relação ao resto do país, devido à localização geográfica. Segundo dados do ATLAS SOLAMÉTRICO DO BRASIL, esta região apresenta uma média de insolação diária de 7 horas, embora alguns meses, como: Agosto, Setembro, Outubro e Novembro, apresentam uma média de 8 a 9 horas de irradiação diária.

Em posse dessas informações torna-se viável o estudo da implementação de sistemas fotovoltaicos conectados à Rede (SFCR). As plantas da Univasf - Campus Juazeiro-BA apresentam excelentes espaços nas lajes dos prédios de aula, dos colegiados acadêmicos e do complexo multieventos mostrados nas figuras 1 e 2.



Figura 1 - Imagens aéreas prédios de aulas e dos colegiados

Fonte: Adaptado de Google Earth (2019)



Figura 2 - Imagens aéreas do espaço Multieventos

Fonte: Adaptado de Google Earth (2019)

2.2 Sistema Fotovoltaico

São avaliadas as coberturas dos prédios de aulas e dos colegiados do Campus Juazeiro/BA e do Complexo Multieventos mostradas nas figuras 1 e 2. De acordo com os espaços disponíveis, definição dos ângulos de inclinação, sombreamento e manutenção, são projetados os sistemas fotovoltaicos correspondentes especificamente para cada bloco.

As 1344 placas solares projetadas estão divididos em 28 módulos fotovoltaicos, os quais possuem 4 strings em paralelo, onde cada string possui 12 placas em série. A escolha foi feita de maneira a utilizar o maior espaço disponível, inclinação, posicionamento e espaçamento entre as placas além de que cada módulo possa fornecer uma potência

pico de placa aproximada de 15840 Wp e uma tensão de saída de aproximadamente 550 V.

2.3 Análise das Emissões de CO₂

Para analisar a contribuição dos sistemas fotovoltaicos conectados à Rede (SFCR), que proporcionam a redução das emissões de CO₂ foram utilizadas informações de potência instalada da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e estimados os dados de energia gerada e as emissões de dióxido de carbono evitadas, a partir do uso de Geração Distribuída (GD) por fonte solar fotovoltaica.

De acordo com a metodologia Bottom-up do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas é possível quantificar as emissões de CO₂ provenientes da geração de energia elétrica consumida. Através da Equação 1, adaptada do manual de diretrizes para inventário nacional de GEE do IPCC (2006), será mensurado o nível de emissão de CO₂ da unidade consumidora (DANTAS et al., 2019):

$$E_{CO_2} = Cons + FE \quad (1)$$

Onde:

- E_{CO_2} Emissão de gases de efeito estufa (GEE) em [kgCO₂/dia];
- $Cons$ Geração de Eletricidade em [kWh/dia];
- FE Fator de emissão geração FV em [kgCO₂/kWh].

O fator emissão de CO₂ (FE), pode ser obtido através do relatório mensal do órgão Ministério da Ciência e Tecnologia quando o consumo de energia elétrica da unidade consumidora for proveniente da concessionária local que é interligada ao Sistema Interligado Nacional do Brasil (SIN). Neste relatório estima-se a quantidade de CO₂ de emissão do SIN em função da média das emissões da geração, levando em consideração todas as usinas que estão gerando energia. Se todos os consumidores de energia elétrica do SIN calculassem as suas emissões multiplicando a energia consumida por esse fator de emissão, o somatório corresponderia às emissões do SIN (MCTIC, 2018).

Para calcular o volume de CO₂ de energia consumida do SIN, utiliza-se o Fator Médio Anual de 0,074 (tCO₂/MWh), referente ao ano de 2018, mostrada na Tabela 1.

Fator Médio Mensal - 2018 (tCO ₂ /MWh) 8						Fator Médio Anual (tCO ₂ /MWh)
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	
0,0640	0,0608	0,0635	0,0523	0,0607	0,0915	
Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
0,1076	0,1181	0,1182	0,0802	0,0366	0,0343	

Tabela 1 - Fator médio Mensal de emissões de CO₂ (kgCO₂/kWh) do SIN

Fonte: Adaptado (MCTIC, 2018)

O fator de emissão de CO₂ para a geração fotovoltaica é obtido segundo o anexo técnico do Pacto de Prefeitos para o Clima e Energia da Europa, que contém a tabela de fatores de emissão para a produção local de energia renovável (PP, 2018).

Este fator leva em consideração a ferramenta de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) que determina os aspectos ambientais e impactos potenciais associados a um produto ao longo de sua vida, desde a aquisição da matéria-prima, passando por produção, uso e disposição. Os impactos ambientais que necessitam ser consideradas incluem o uso de recursos, a saúde humana e as consequências ecológicas (ABNT, 2009).

Para estudo e cálculo do volume de CO₂ evitada pela energia gerada por usina FV, utiliza-se o valor médio de 0,035 kgCO₂/kWh da Tabela 2.

Fonte de Energia Renovável	Fator de emissão (kgCO ₂ /kWh)
Energia fotovoltaica	0,020 – 0,050

Tabela 2: Fator emissão de CO₂ produzida por um sistema fotovoltaico (kgCO₂/kWh)

Fonte: Adaptado (MCTIC, 2018) por (DANTAS et al., 2019)

3 I DESENVOLVIMENTO

3.1 Sistemas Conectados à Rede (On-Grid)

O SFCR completo projetado está composto por 1344 placas AXITEC AC-330P/156-72S com especificações mostradas na Tabela 3 com dimensões de 1956 mm de comprimento, 992 mm de largura e 40 mm de espessura, dos quais, em função de parâmetros como: espaço disponível, inclinação, posicionamento e espaçamento entre as placas, 576 placas estão projetadas para sua instalação nos prédios de aulas e dos colegiados e 768 nas coberturas do Complexo Multieventos.

Fabricante	AXITEC SOLAR
Modelo	AC-330P/156-72S
Potência máxima (W)	330
Tensão de Circuito Aberto Voc (V)	45,83
Corrente de Curto Circuito Isc (A)	9,27

Tabela 3 – Características da placa fotovoltaica

A energia gerada pelo sistema fotovoltaico, é entregue a rede por meio de 28 inversores de frequência em conexão trifásica 380 V, 60 Hz, dos quais: 12 inversores nos prédios de aulas e dos colegiados e 16 inversores nas coberturas do Complexo Multieventos de especificações mostradas na Tabela 4.

Fabricante PHB Solar	
Modelo PHB20K-DT	
Tensão de entrada	260-850 V
Tensão de saída	60Hz; 380/220Vca
Eficiência	98,4%
Potência	20 KW

Tabela 4 - Especificações do inversor PHB Solar

3.2 Arranjo Fotovoltaico e Potência de Pico Ideal dos Geradores Fotovoltaicos

O sistema fotovoltaico foi dividido em módulos fotovoltaicos, os quais possuem 4 strings em paralelo, onde cada string possui 12 placas em série. A escolha foi feita de maneira a utilizar o maior espaço disponível, além de que cada módulo possa fornecer uma potência de placa aproximada de 15840 WP e uma tensão de saída de aproximadamente 550 V.

Com base nessas especificações e no número total de placas, foi dimensionada uma quantidade de 28 módulos que serão ligados a 28 inversores de 20,0 kW. Para atender às especificações do inversor, cada grupo formaria uma associação série-paralela de 4x12 módulos.

Tanto na cobertura do Complexo Multieventos e dos prédios de aulas e dos colegiados do Campus Juazeiro/BA, os módulos de quatro fileiras com 46 placas, estarão voltadas para o norte geográfico e com uma inclinação de 9.4°, separadas por um corredor de aproximadamente 2 m. de comprimento para respeitar o espaço mínimo evitando o sombreamento e facilitando a manutenção.

Somando os prédios de aulas, colegiados e multieventos foram projetados um total de 1344 placas, com um potencial pico nominal aproximado de 443,52 KWp.

Com base no valor pico da potência instalada pode-se calcular a quantidade diária de energia pico gerada. Considerando a média de insolação diária de 7 horas, teremos aproximadamente uma energia pico gerada por dia de 3104,64 KWh/dia, resultando em uma produção mensal pico de 93,14 MWh/mês e aproximadamente uma produção anual pico de 1117,64 MWh/ano.

3.3 Análise de Perdas em SFCR

Conhecer as perdas em SFCR e como elas impactam na geração é imprescindível

para seu correto dimensionamento. Existem as perdas na eficiência das células fotovoltaicas causadas por questões ambientais, como a temperatura e a irradiância. O valor da potência máxima (nominal) das placas de 330 Wp, é um valor baseado na produção de energia medida em condições de laboratório, “Condições Padrão de Teste” (STC - Standard Testing Conditions) que não representam as condições reais da região onde serão instaladas. As condições de laboratório foram estabelecidas para manter a uniformidade nos padrões de medição das placas solares.

Nos laboratórios as placas são submetidas a uma fonte de luz (irradiante) medida a 1000 W/m², o que equivale a exposição a um sol forte. Essa condição de irradiação é bastante comum na região do vale do São Francisco. A dificuldade encontrada consiste em não apresentarmos temperaturas semelhantes as submetidas em condições de teste (25°C), sendo aproximadamente de 33°C a média da temperatura anual na região (NOAA, 2017).

Conhecer os dados de temperaturas da região é essencial, pois as placas apresentam uma variação no seu rendimento quando são submetidas a temperaturas maiores do que a padrão. Na prática uma placa solar instalada na laje, ficará, em média, aproximadamente 20°C mais quente do que a temperatura ambiente, ou seja, a temperatura média de operação será aproximadamente 53°C. Verificando na folha de dados do fabricante da placa escolhida, observa-se que a mesma possui uma redução na potência de 0,42 %/°C, ou seja, a cada unidade de temperatura acima do valor de teste, a potência total será reduzida em 0,42 %. Nesta forma, nas condições de temperatura de operação da região (53°), o SFCR terá uma perda de 11,76 % na sua produção de energia.

Além das perdas por temperatura de operação das placas solares, pode-se contabilizar as perdas por queda de tensão, devido à resistência elétrica de condutores e conectores, mismatch, sombreamento, espectro além das perdas por sujeira, rendimento do inversor, indisponibilidade do sistema, entre outras São mostradas na Tabela. 5.

Fatores de Perda	Percentual
IAN	2,3%
Sujedade	3,0%
LID e PID	3,0%
Mismatch	1,6%
Perdas Ôhmicas	1,0%
Inversor	3,4%
Inatividade	0,4%

Tabela 5 – Influência dos fatores de perdas na eficiência do sistema

Fonte: (NASCIMENTO e FERREIRA, 2018)

Onde:

IAM: (Incidence Angle Modifier) ou fator modificador do ângulo de incidência, é ocasionado pela reflexão dos raios solares causada pelos componentes do módulo;

LID: (Light Induced Degradation), é a degradação induzida pela luz em uma célula fotovoltaica cristalina durante as primeiras horas de exposição ao sol, após esse período o painel alcança um nível estável;

Mismatch: Estas perdas são aquelas que ocorrem devido ao 'descasamento' de módulos fotovoltaicos. Módulos e células de mesmo modelo e mesmo fabricante ainda sim podem apresentar diferenças na sua constituição;

Perdas Ôhmicas: Ocorrem devido ao aquecimento ou degradação dos cabos de ligação, causados por fatores como a corrosão, envelhecimento sobretensão ou até mesmo danos causados por animais;

Perdas no Inversor: são as perdas geradas nas conversões de energia realizadas pelo inversor;

Inatividade: Perdas ocasionadas pelo desligamento do sistema ao longo do ano para a realização de limpeza e manutenções.

Finalmente, utilizamos a Equação 2 para calcular o Fator de Desempenho Global (FDG) (somatório das perdas).

$$FDG = P_{temp} + IAN + Sujedade + LID + PID + Mismatch + P_{ôhmicas} + P_{inversor} + Inatividade \quad (2)$$

$$FDG = 26,46\%$$

3.4 Avaliação do Potencial Energético Real

Para determinar a Energia Real de um SFCR considera-se a soma das porcentagens de todas as perdas que ocorrem no sistema, no caso, as perdas antes dos módulos, perdas nos módulos e perdas depois dos módulos. A fim de desenvolver um sistema mais preciso e eficiente é necessário conhecer as perdas que o sistema pode sofrer para que se possa atuar e minimizar esta perda, até mesmo a qualidade dos componentes, dependendo do fabricante, pode alterar a eficiência de um sistema significativamente (ALMEIDA, 2012). A Equação 3 permite calcular o desempenho global (Energia Real) do SFCR.

$$DG = (MWh_p - FDG * MWh_p) \quad (3)$$

Onde,

DG Desempenho Global do SFCR (Energia Real Gerada);

FDG Fator de desempenho global (Perdas do sistema);

MWh_p Geração pico do SFCR.

Considerando a tarifa B3 COMERCIAL – COMERCIAL Trifásico aplicada pela Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia (Coelba) igual a 0,51937 por Consumo

Ativo (para Poder Público Federal e Uso Próprio). A Tabela 6, mostra o desempenho global diário, mensal e anual do SFCR.

Ano	DG (MWh _{dia})	DG (MWh _{mês})	DG (MWh _{ano})
2018	2,283	68,495	821,912
Tarifa R/KWh	0,51937	0,51937	0,51937
Custo da Geração do SFCR (R\$)	1185,72	35.571,65	426.859,82

Tabela 6 - Desempenho Global (Energia Real) do SFCR.

3.5 Avaliação de Emissões de CO₂ Evitadas

No período diurno a carga será atendida pelo SFCR e pela energia proveniente da rede elétrica, porém nos períodos em que não há irradiação solar e no período noturno, a carga será atendida pela rede elétrica da concessionária. Desta forma, é possível ter ao longo do dia a unidade consumidora consumindo energia ativa de duas fontes diferentes (SFCR e concessionária). Isso implica em diferentes fatores de emissões de efeito estufa (GEE), para o SFCR e quando o consumo é proveniente do SIN, conforme apresentado nas tabelas 1 e 2.

De acordo com o objetivo do trabalho, somente avalia-se as emissões de CO₂ evitadas pela implementação do SFCR. A Tabela 7 apresenta os valores de emissão de CO₂ evitados durante o ano de 2018 para a unidade consumidora, segundo o método Bottom-up. Nessa tabela são apresentadas para a mesma quantidade de geração (SFCR e SIN) duas situações para a unidade consumidora: na primeira, o consumo provém da concessionária, na segunda, considera-se que o consumo da unidade consumidora seria todo proveniente do SFCR.

O fator de emissão de CO₂ do SIN para o ano de 2018 foi valor médio de 0,074 kgCO₂/kWh e para o SFCR foi adotado o valor médio de 0,035 kgCO₂/kWh.

	Consumo alimentada pela concessionária	Consumo alimentada pelo SFCR	Emissões de CO ₂ Evitadas
Energia ativa anual (kWh/ano)	821912,00	821912,00	
Fator emissão SIN (kgCO ₂ /kWh)	0,074	n/a	
Fator emissão FV (kgCO ₂ /kWh)	n/a	0,035	
Valor total (kgCO ₂)	60.821,49	28.766,92	32.054,57

Tabela 7 - Valores de emissão de CO₂ (kgCO₂) evitada pelo SFCR – 2018

Observando a Tabela 7, se o consumo de energia ativa do Campus Juazeiro/BA fosse realizado todo pela rede da concessionária, proveniente do SIN, o nível de emissão de CO₂ seria de 60.821,49 kgCO₂, que representa um aumento no nível de emissão de CO₂ de 32.054,57 kgCO₂, em relação ao emitido pelo SFCR em operação.

4 | CONCLUSÃO

Os prédios que pertencem à Administração Pública Federal, especialmente as das universidades podem hospedar grandes quantidades de painéis fotovoltaicos que podem resultar em usinas de energia estrategicamente localizada com energia limpa e renovável.

Com o desenvolvimento deste trabalho, foi possível avaliar quantitativamente a redução de gastos com energia na Univasf Campus Juazeiro-BA e o nível de emissão de CO₂ evitado através da implementação de um SFCR de 443,52 KWp.

Tomando como referência o ano de 2018, verifica-se que o SFCR em operação permite reduzir os gastos com energia elétrica mensal de R\$ 35.571,65 e redução anual de R\$ 426.859,82.

Também, verifica-se que o SFCR em operação reduziu no período de um ano a quantidade de 32.054,57 kgCO₂ as emissões de CO₂ e gerou menos gases de efeito estufa em comparação a situação em que a unidade consumidora consumisse apenas energia ativa da concessionária.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14040 **Gestão Ambiental: Avaliação do Ciclo de Vida-Princípios e Estrutura**. Rio de Janeiro, 2009. 10p;

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Procedimento de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional** – PRODIST. Módulo 3 – Acesso de Micro e Minigeração Distribuída, Brasília, 2017;

ALMEIDA, M. P. **Qualificação de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede**. 2012. Dissertação. Universidade de São Paulo, São Paulo;

COSTA, H. S. **Por que a energia solar não deslança no Brasil**, 2015. Disponível em: <https://www.cartacapital.com.br/blogs/outras-palavras/por-que-a-energia-solar-nao-deslanca-no-brasil-3402.html>> Acesso em: 15 jan. 2018;

DANTAS, O. L.; APOLONIO, R.; JUNIOR, A. A. **Potencial da geração distribuída e seu impacto na redução de emissões de CO₂**: Estudo de uma micro usina fotovoltaica conectada à rede de energia elétrica. 2019. ENGEVISTA, V. 21, n.2, p.329-340, Maio 2019;

FAGUNDES, W. **Comissão aprova isenção para painéis solares e uso obrigatório em prédios públicos novos**, 2017. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/camaranoticias/noticias/MEIO-AMBIENTE/550214-COMISSAO-APROVA-ISENCAO-PARA-PAINEIS-SOLARES-E-USO-OBRIGATORIO-EM-PREDIOS-PUBLICOS-NOVOS.html>> Acesso em: 15 jan. 2020;

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. 2006 IPCC **Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. Disponível em: <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html>>. Acessado em: 12 out. 2018;

MCTIC – MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES. **Fator Médio – Inventários corporativos (tCO₂/MWh)**. Disponível em:< https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/textogeral/emissao_corporativos.html>. Acessado em: 08 out. 2018;

NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), Global **Climate Report - Annual 2017**. Disponível em: <https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201713>> Acesso em: 20 jan. 2018;

PP – PACTO DOS PREFEITOS PARA O CLIMA E ENERGIA DA EUROPA. **Anexo técnico às instruções do modelo de PAES: Fatores de emissão (tCO₂/MWh)**. Disponível em: <http://www.soglasheniemerov.eu/IMG/pdf/technical_annex_pt.pdf>. Acessado em: 08 out. 2018.

AVALIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE MATERIAL PARTICULADO NO AR EM UMA INDÚSTRIA DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

Data de aceite: 03/08/2020

Data de submissão: 05/06/2020

Yago Fraga Ferreira Brandão

Universidade Católica de Pernambuco
(UNICAP)
Recife- PE
<http://lattes.cnpq.br/4376835512286424>

Diogo Vignoli Diu

Universidade Católica de Pernambuco
(UNICAP)
Recife- PE
<http://lattes.cnpq.br/5295798055450871>

Isabela Alves da Silva

Universidade Católica de Pernambuco
(UNICAP)
Recife- PE
<http://lattes.cnpq.br/7981738536856161>

Wagner Eustáquio de Vasconcelos

Universidade Católica de Pernambuco
(UNICAP)
Recife- PE
<http://lattes.cnpq.br/7844785807954101>

RESUMO: A contaminação humana por material particulado ocorre via inalação/ ingestão ocasionando doenças pulmonares. Sua caracterização se torna fundamental para determinar a qualidade do ar no meio ambiente. Esta caracterização pode ser realizada pela determinação das concentrações de materiais particulados totais em suspensão (PTS) e

com diâmetro da partícula menor que $10 \mu\text{m}$ (MP_{10}). O objetivo deste trabalho é determinar a concentração de material particulado em PTS e MP_{10} no ar atmosférico em uma indústria de materiais de construção civil, de forma a melhorar a qualidade do ar da indústria em questão. Foram definidos três pontos de coleta (P1, P2 e P3) onde foram realizados três medições para cada ponto. Cada medição teve 24 horas de duração e uma média geométrica foi realizada para determinar a concentração (em mg/m^3) em cada ponto. Após a medição foi calculado o índice de Qualidade do Ar (IQA). Os resultados foram comparados com a resolução CONAMA nº 491/2018. Os resultados dos valores médios obtidos para as medições de PTS para P1, P2 e P3 foram: $63,96 \text{ mg}/\text{m}^3$, $262,4 \text{ mg}/\text{m}^3$ e $139,89 \text{ mg}/\text{m}^3$ respectivamente. Os resultados médios obtidos para as medições de MP_{10} para P1, P2 e P3 foram: $68,89 \text{ mg}/\text{m}^3$, $192,61 \text{ mg}/\text{m}^3$ e $90,30 \text{ mg}/\text{m}^3$ respectivamente. Em ambos os casos o ponto P2 ultrapassou os limites do CONAMA, diante desta situação foi estabelecido um plano de ação para redução da emissão do material particulado na empresa. Este plano estabeleceu ações e metas a serem cumpridas ao longo de três anos. Entende-se que com o plano de ação estabelecido seja possível controlar os níveis de material particulado na indústria de forma a tornar o ambiente de trabalho e o ar mais saudável para os trabalhadores que operam no ponto em questão e em outras localidades da empresa, mostrando a necessidade de determinar os níveis de material particulado.

PALAVRAS- CHAVE: Material particulado, qualidade do ar, construção civil, plano de ação,

ambiente saudável.

EVALUATION OF THE CONCENTRATION OF PARTICULATED MATERIAL IN THE AIR IN A CIVIL CONSTRUCTION MATERIALS INDUSTRY

ABSTRACT: Human contamination by particulate matter occurs via inhalation / ingestion causing lung diseases. Its characterization becomes essential to determine the air quality in the environment. This characterization can be performed by determining the concentrations of total suspended particulate matter (TSP) and with a particle diameter less than 10 μm (MP_{10}). The objective of this work is to determine the concentration of particulate material in TSP and MP_{10} in atmospheric air in a building materials industry. In order to improve the air quality of the industry in question. Three collection points were defined (P1, P2 and P3) where three measurements were made for each point. Each measurement was 24 hours long and a geometric mean was performed to determine the concentration (in mg/m^3) at each point. After the measurement, the Air Quality Index (AQI) was calculated. The results were compared with CONAMA resolution No. 491 / 2018. The results of the average values obtained for the TSP measurements for P1, P2 and P3 were: 63,96 mg/m^3 , 262,4 mg/m^3 e 139,89 mg/m^3 respectively. The average results obtained for the measurements of MP_{10} for P1, P2 and P3 were: 68,89 mg/m^3 , 192,61 mg/m^3 e 90,30 mg/m^3 respectively. In both cases, point P2 exceeded the CONAMA limits. In view of this situation, an action plan to reduce the emission of particulate material in the company was established. This plan established actions and goals to be accomplished over three years. It is understood that with the established action plan it is possible to control the levels of particulate material in the industry in order to make the work environment and the air healthier for workers who operate in the point in question and in other locations of the company, showing the need to determine the levels of particulate matter.

KEYWORDS: Particulate Material, Air Quality, Civil Construction, Action Plan, Healthy Environment.

1 | INTRODUÇÃO

É notório que a construção civil é uma indústria cujos impactos das atividades são muito significativos e abrange as esferas econômica, social e ambiental; desta forma, com o aumento da consciência ambiental e do interesse pela promoção do bem-estar da sociedade, faz-se necessário que seu desenvolvimento se dê de forma sustentável (DOS SANTOS et al., 2019). As atividades do setor geram resíduos potencialmente poluidores para todos os compartimentos ambientais (água, atmosfera e solo), sendo um dos principais emissores de partículas em suspensão no ar (FERRAZ, 2020).

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) através da Resolução nº 491/2018 define poluente atmosférico como qualquer forma de matéria em quantidade, concentração, tempo ou outras características, que tornem ou possam tornar o ar impróprio ou nocivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade ou às atividades normais da

comunidade. Destacando entre eles o Material Particulado (MP) e as Partículas Totais em Suspensão (PTS).

As substâncias classificadas como materiais particulados podem ser qualquer partícula sólida ou líquida presente na atmosfera, sendo estas classificadas de acordo com seu diâmetro aerodinâmico, dessa forma as partículas com diâmetro menor do que 2,5 micrômetros (μm) são consideradas finas ($\text{MP}_{2,5}$) e as que permanecerem entre 2,5 μm e 10 μm são consideradas grossas (MP_{10}) (DA SILVA et al., 2019).

As partículas totais em suspensão podem ser definidas, de maneira simplificada, como aquelas cujo diâmetro aerodinâmico é menor ou igual a 50 μm ; sendo essas partículas causadoras de problemas à saúde, como incômodo e irritação, além de facilitar que doenças como gripe se instalem no organismo, podendo interferir nas condições estéticas do ambiente e prejudicando as atividades da comunidade (RODRIGUES, 2019).

O objetivo deste trabalho é determinar a concentração de material particulado em PTS e MP_{10} no ar atmosférico em uma indústria de materiais de construção civil, de forma a melhorar a qualidade do ar da indústria em questão.

2 | METODOLOGIA

Foram definidos três pontos de coleta (P1, P2 e P3) em uma indústria de materiais de construção civil da região Nordeste com o intuito de se monitorar o material particulado para definir a qualidade do ar. Em cada ponto de coleta foram realizadas três medições de PTS e MP_{10} . Cada medição teve 24 horas de duração e uma média geométrica foi realizada para determinar a concentração (em mg/m^3) em cada ponto. Após a medição foi calculado o índice de Qualidade do Ar (IQA). Os resultados foram comparados com a resolução CONAMA nº 491/2018 (que estabelece os novos padrões de qualidade do ar e substitui a resolução nº 03/1990) vindo dessa forma se a empresa está dentro dos padrões estabelecidos para PTS e MP_{10} .

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos valores médios obtidos para as medições de PTS para P1, P2 e P3 foram: 63,96 mg/m^3 , 262,4 mg/m^3 e 139,89 mg/m^3 respectivamente. Os resultados médios obtidos para as medições de MP_{10} para P1, P2 e P3 foram: 68,89 mg/m^3 , 192,61 mg/m^3 e 90,30 mg/m^3 respectivamente. Uma melhor visualização desses resultados está disposta na Figura 1 e na Figura 2, onde se encontram respectivamente os valores de PTS e MP_{10} para os pontos P1, P2 e P3 comparando os resultados com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 491/2018.

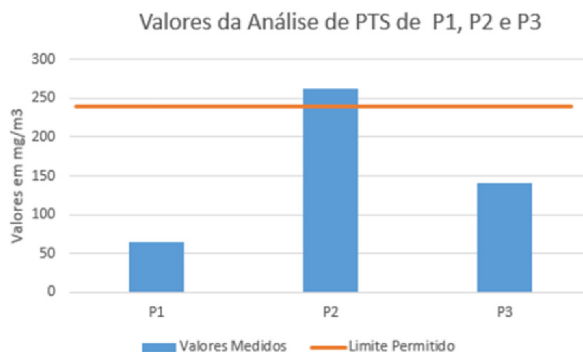


Figura 1. Valores da análise de PTS de P1, P2 e P3.

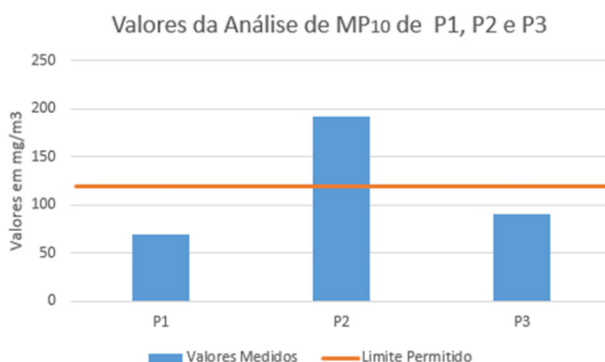


Figura 2. Valores da análise de MP₁₀ de P1, P2 e P3.

Na Figura 1 é possível observar que os pontos P1 e P3 se encontram abaixo do valor de IQA do CONAMA (240 mg/m³). O ponto P2 ultrapassou o IQA previsto pelo CONAMA tendo seu valor ficado quase 10% acima do IQA permitido.

Na Figura 2 é possível observar que os pontos P1 e P3 se encontram abaixo do valor de IQA do CONAMA (120 mg/m³), com atenção para o ponto P3 que se aproximou do limite. O ponto P2 ultrapassou o IQA previsto pelo CONAMA tendo seu valor ficado 60,5% do valor permitido.

O ponto P2 é caracterizado por estar a 20 metros do refeitório e 150 metros do processo de produção da empresa. Este processo está em um galpão, sem paredes, que favorece a emissão de material particulado do processo diretamente no meio ambiente na direção do refeitório. Devido a esta condição é possível que o material particulado esteja sendo inalado/ingerido por trabalhadores.

Diante da situação foi estabelecido imediatamente um plano de ação para redução da emissão do material particulado na empresa. Este plano estabeleceu ações e metas a serem cumpridas ao longo de três anos. Dentre essas ações podemos citar: calçamento da

maior área de movimentação de caminhões de carga e descarga e construção de paredes de alvenaria no galpão onde está localizada a produção. As metas de controle do material particulado seguiram as estabelecidas pelo padrão de qualidade do ar intermediário e final do CONAMA.

4 | CONCLUSÃO

Com os valores encontrados foi possível diagnosticar a situação do ponto P2 onde este estava acima do IQA para ambas as situações (PTS e MP_{10}). Entende-se que com o plano de ação estabelecido seja possível controlar os níveis de material particulado na indústria de forma a tornar o ambiente de trabalho e o ar mais saudável para os trabalhadores que operam no ponto em questão e em outras localidades da empresa. Tais resultados mostram que esse tipo de análise é crucial não só para manter o ar limpo como para saúde das pessoas.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **RESOLUÇÃO Nº 491, DE 19 DE NOVEMBRO DE 2018**. 2018.

DA SILVA, A. C.; GOMWES, A. C. F.; ROQUE, B. D. S. F.; DE PAULA SANTOS, N. **Monitoramento quantitativo de material particulado na região central de Goiânia–GO/Quantitative monitoring of private materials in the central region of Goiania-GO**. Brazilian Journal of Development, v. 5, n. 11, p. 25459-25467, 2019.

DOS SANTOS, I. B.; SANTANA, M. A. R.; CAMPOS, I. A. M. S.; RAMOS, W. B.; SCHWEIG, E. O.; REZENDE, G. B. M.; RESENDE, J. A. L. C. **Redução de resíduos da construção civil associada às boas práticas na engenharia civil**. Revista Panorâmica online, v. 2, 2019.

FERRAZ, P. H. R. **Material Particulado e sua Emissão em Canteiros de Obra: Revisão de Literatura**. Revista Geama, v. 6, n. 1, p. 12-24, 2020.

PATO, P.A.M. de O. **Análise do ciclo de vida do cimento. Caso de estudo: fábrica da Secil-Outão**. Tese de Doutorado. 2015.

RODRIGUES, B. L. O. **Estudo das condições de participação do Brasil no Acordo de Paris**. 2019.

TISSOT, R.C.M.; PIRES, M. J. ; ALVES, R. D. C. M. ; BARBOSA, R. S. Avaliação do Material Particulado no Ar Atmosférico em Área de Influência de Usina Termelétrica Considerando as Diferentes Tecnologias Adotadas no Controle de Efluentes Atmosféricos. Geochimica Brasiliensis, v. 30, n. 2, p. 184, 2017.

CAPÍTULO 8

DIGRESSÃO HISTÓRICA DOS IMPACTOS AMBIENTAIS PROVENIENTES DE CONFLITOS POLÍTICOS E BELICOSOS NOS HOTSPOTS DE BIODIVERSIDADE

Data de aceite: 03/08/2020

Data de submissão: 25/05/2020

Eric Bem dos Santos

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Pernambuco
Recife – Pernambuco
<http://lattes.cnpq.br/4573159345311841>

Hernande Pereira da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Pernambuco
Recife – Pernambuco
<http://lattes.cnpq.br/1800835100486343>

RESUMO: O presente trabalho traz a princípio uma revisão bibliográfica acerca dos impactos da guerra e de conflitos para o cenário ambiental em especial para biodiversidade, baseando-se em alguns conflitos ocorridos entre 1950 a 2000 dos quais a Organização das Nações Unidas possui documentos e análises disponíveis, além de tal processo, foi executado uma análise quantitativa das áreas de conflito utilizando o The Environmental Justice Atlas, em português ‘atlas de justiça ambiental’, que documenta e cataloga conflitos sociais em torno de questões ambientais. Os resultados mostram que 94% dos principais conflitos armados entre 1950 e 2000 ocorreram dentro de países que continham hotspots de biodiversidade, e mais de 81% em locais diretamente dentro de áreas de hotspot.

PALAVRAS-CHAVE: Hotspots, guerra, biodiversidade, política.

HISTORICAL DIGRESSION OF ENVIRONMENTAL IMPACTS FROM POLITICAL AND BELLICOSE CONFLICTS IN BIODIVERSITY HOTSPOTS

ABSTRACT: The present work brings at first a bibliographic review about the impacts of war and conflicts on the environmental scenario especially for biodiversity, based on some conflicts that occurred between 1950 and 2000 of which the United Nations has documents and analyses available, in addition to this process, a quantitative analysis of conflict areas was performed using The Environmental Justice Atlas, in Portuguese ‘atlas of environmental justice’, which documents and catalogs social conflicts around environmental issues. The results show that 94% of major armed conflicts between 1950 and 2000 occurred within countries that contained biodiversity hotspots, and more than 81% in locations directly within hotspot areas.

KEYWORDS: Hotspots, war, biodiversity, politics.

1 | INTRODUÇÃO

É fato que a sustentabilidade e os esforços de conservação dependem do contexto social e político em que se realiza. Nessa perspectiva, durante os tempos de guerra e agitações políticas, as preocupações ambientais diminuem em face do conflito violento e da ruptura socioeconômica. Preocupações de segurança geralmente forçam a suspensão das atividades de conservação, conseqüentemente

prejudicando o meio em que esses conflitos estão ocorrendo (HART et al. 1997; SHAMBAUGH et al. 2001).

O conceito de hotspots de biodiversidade, foi usado a princípio pelo ecologista Norman Myers como uma espécie de modelo para definir prioridades a nível global de conservação (Myers et al. 2000), e resultou na alocação de recursos de conservação consideráveis para essas regiões biologicamente mais importantes (Brooks et al. 2006). Tendo sua definição fixada nos parâmetros de endemismo e perda extensiva de habitat, os 34 hotspots, a nível mundial, identificados abrigam pelo menos 42% dos espécies de vertebrados terrestres e pelo menos 50% das conhecidas espécies vegetais dentro do habitat existente que cobre apenas 2,3% da superfície da Terra (Mittermeier et al. 2004).

Uma circunstância a ser pondera é que os Hotspots são particularmente sensíveis à perturbação humana e grande parte de seu habitat restante persiste somente dentro de áreas protegidas (Mittermeier et al. 2004). Muitos hotspots também estão em centros de volatilidade política (Mittermeier et al. 2004), fazendo os impactos da guerra um aspecto crítico de sua conservação a longo prazo.

2 | METODOLOGIA

O presente trabalho traz a princípio uma revisão bibliográfica acerca dos impactos da guerra e de conflitos para o cenário ambiental em especial para biodiversidade, baseando-se em alguns conflitos ocorridos entre 1950 a 2000 dos quais a Organização das Nações Unidas possui documentos e análises disponíveis, além de tal processo, foi executado uma análise quantitativa das áreas de conflito utilizando o The Environmental Justice Atlas, em português 'atlas de justiça ambiental', que documenta e cataloga conflitos sociais em torno de questões ambientais. Nessa perspectiva foi analisado o número de conflitos ocorridos em países que continham hotspots em seguida o numero de conflitos ocorridos diretamente dentro de áreas de hotspots. Todos os dados foram adquiridos em forma tabular e seu cruzamento (países com hotspots - países com conflitos) foi feito através do Excel.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Mais de 94% dos principais conflitos armados entre 1950 e 2000 ocorreram dentro de países que continham hotspots de biodiversidade, e mais de 81% em locais diretamente dentro de áreas de hotspot. Menos de um terço dos 34 hotspots reconhecidos escaparam a conflitos significativos durante este período, e a maioria sofreu repetidos episódios de violência.

Constatou-se também que todas as fases da guerra (preparações, guerras, e atividades pós-guerra) têm longo alcance de impactos ambientais assim como os conflitos de ordem política, haja vista o desequilíbrio econômico e consequentemente social tem

impacto direto no meio ambiente. Tal impacto é sobretudo fatal a biodiversidade que é expressiva em especial nos hotspots.

4 | CONCLUSÃO

Como a maioria dos outros desafios sociais, a conservação de recursos durante o período de guerra e outros conflitos é complexa e específica para cada caso. O que fica claro é que a biodiversidade sofre diretamente a degradação geral, fica também evidente que em especial nos locais de hotspots esse dano é ainda maior em virtude de sua grande biodiversidade endêmica. A análise feita também evidencia o infeliz histórico de degradação dos hotspots no mundo. A manutenção da integridade ecológica nessas situações requer um funcionamento político, econômico e social em escala local e que quando ausente, requer forte engajamento internacional (externo).

REFERÊNCIAS

BROOKS, T. M., R. A. MITTERMEIER, G. A. B. DA FONSECA, J. GERLACH, M. HOFFMANN, J. F. LAMOREUX, C. G. MITTERMEIER, J. D. PILGRIM, and A. S. L. RODRIGUES. 2006. Global biodiversity conservation priorities. *Science* 313:58–61.

ENVIRONMENTAL JUSTICE ATLAS, 2019. <https://ejatlas.org/>. Acesso em: 20/01/2019.

HART, T., J. HART, C. FIMBEL, and R. Fimbel. 1997. Conservation and civil

Machlis, G. E., and T. Hanson. 2008. Warfare ecology. *BioScience* 58:729–736.

MITTERMEIER, R. A., P. ROBLES-GIL, M. HOFFMANN, J. PILGRIM, T. BROOKS, C. G. MITTERMEIER, J. LAMOREUX, AND G. A. B. DA FONSECA. 2004. Hotspots revisited. CEMEX, Mexico.

MYERS, N., R. A. MITTERMEIER, C. G. MITTERMEIER, G. A. B. DA FONSECA, AND J. KENT. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403:853–858.

SHAMBAUGH, J., J. Oglethorpe, and R. Ham, 2001. Strife: two perspectives from Central Africa. *Conservation Biology* 11:308–310.

IMPORTÂNCIA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA MINIMIZAÇÃO DA GERAÇÃO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL – ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA METALÚRGICA

Data de aceite: 03/08/2020

Eduardo Antonio Maia Lins

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

Annielle Cristine Peixoto Carvalho dos Santos

Centro Universitário Maurício de Nassau -
Recife
Recife – Pernambuco

RESUMO: A construção civil é uma das atividades mais antigas de que se tem conhecimento e é executado há muito tempo de forma artesanal. Este fator é um dos principais causadores da necessidade de utilizar tantos recursos minerais. Com o passar do tempo e a intensa urbanização descontrolada, causado pelo aumento da população urbana, refletiu-se o crescimento demasiado de entulho, criando problemas nas cidades por causa do alto volume descartado. Dessa forma esse estudo tem como objetivo principal apresentar resultados obtidos de pesquisa em campo sobre a consciência de trabalhadores terceirizados sobre a geração e minimização dos resíduos de construção civil. A fim de evidenciar, foi necessário analisar a quantidade de resíduos gerados por cada empresa contratada, avaliando a eficácia da capacitação fornecida aos contratados e a eficiência na destinação de cada resíduo, em conformidade com os treinamentos de educação ambientais fornecidos na fase inicial da obra.

A coleta de dados para fundamentação desta pesquisa foi obtida através de entrevistas em campo com os contratados da obra de ampliação da fábrica de folhas, onde foram entrevistadas 40 pessoas, representando 4% da população total dos contratados que estão participando do projeto de expansão da unidade, abrangendo todos os níveis hierárquicos. Observou-se que 82% dos entrevistados conseguiram responder perguntas relacionadas ao treinamento sobre coleta seletiva e aspectos relacionados a impactos ambientais. Mesmo que os resultados tenham apresentado um bom desempenho da equipe treinada, é inegável que a sistemática de reciclagem e reorientações constantes devem ser realizadas, pois embora o número tenha sido baixo quanto ao não conhecimentos dos procedimentos, todos deveriam ter obtido conhecimentos semelhantes.

PALAVRAS-CHAVE: Lixo, Obras, Orientações, Meio Ambiente.

IMPORTANCE OF ENVIRONMENTAL EDUCATION IN MINIMIZING THE GENERATION OF CIVIL CONSTRUCTION WASTE - CASE STUDY IN A METALLURGICAL INDUSTRY

ABSTRACT: Civil construction is one of the oldest known activities and has been carried out for a long time in an artisanal way. This factor is one of the main causes of the need to use so many mineral resources. As time went by and the intense uncontrolled urbanization caused by the increase in the urban population, the growth of debris was reflected, creating problems in the cities because of the high volume discarded. Thus, this study has as main objective to present results

obtained from field research on the awareness of outsourced workers about the generation and minimization of construction waste. In order to demonstrate, it was necessary to analyze the amount of waste generated by each contracted company, evaluating the effectiveness of the training provided to the contractors and the efficiency in the disposal of each waste, in accordance with the environmental education training provided in the initial phase of the work. The data collection to support this research was obtained through field interviews with contractors for the works to expand the sheet factory, where 40 people were interviewed, representing 4% of the total population of contractors who are participating in the unit's expansion project, covering all hierarchical levels. It was observed that 82% of respondents were able to answer questions related to training on selective collection and aspects related to environmental impacts. Even though the results have shown a good performance of the trained team, it is undeniable that the systematic of recycling and constant reorientation must be carried out, because although the number was low regarding the lack of knowledge of the procedures, everyone should have obtained similar knowledge.

KEYWORDS: Waste, Works, Guidelines, Environment.

1 | INTRODUÇÃO

A construção civil é uma das atividades mais antigas de que se tem conhecimento e é executado há muito tempo de forma artesanal. Este fator é um dos principais causadores da necessidade de utilizar tantos recursos minerais. Segundo Isaia (2007), desde o surgimento de cidades do Império Romano, os construtores já procuravam formas de utilizar os resíduos provenientes de construção e demolição na produção de novas obras.

Com o passar do tempo e a intensa urbanização descontrolada, causado pelo aumento da população urbana, refletiu-se o crescimento demasiado de entulho, criando problemas nas cidades por causa do alto volume descartado que segundo Pinto e Gonzalez (2005) consiste em cerca de duas toneladas para cada tonelada de lixo domiciliar produzido. Este rejeito, na maioria das vezes, é destinado para terrenos alugados ou em locais inadequados sem qualquer tipo de tratamento ou controle, poluindo o solo e a água.

Para isso é necessário o desenvolvimento do conceito da construção sustentável que de acordo com Pietersen, Fraay e Hendriks (1998) deve-se estar relacionado com a cadeia de gerenciamento integrado, que pode ser considerada como o fechamento do ciclo de vida de um produto, de forma que seja descartado quase nada do processo, e ao mesmo tempo, maximize a sua reutilização e reciclagem.

A gestão dos vários tipos de resíduos sólidos é definida conforme suas legislações e especificidades, o que implica a disponibilização de vários sistemas de coleta, compondo um conjunto de metodologias que são aplicadas durante todo ciclo produtivo, buscando a redução da geração de resíduos na origem até a destinação final dos materiais, tendo em vista o equilíbrio ambiental, a diminuição da exploração dos recursos naturais e ganhos financeiros. De um modo geral, o gerenciamento de resíduos começa com a capacitação dos empregados, a partir de cursos de educação ambiental voltados para conscientização

na geração, reutilização, segregação e transporte dos resíduos.

De acordo com Muñoz & Quintella (2002), o cenário de intensa competitividade pelo qual as empresas vêm passando, é reflexo do rápido processo de desenvolvimento tecnológico de produtos e processos, aliado à integração dos mercados mundiais, tem ocasionado profundas modificações nos sistemas produtivos. “As empresas tentam ser diferentes entre si, ou se colocam em dia com a diferenciação alcançada por uma delas, para sobreviver no mercado”, afirmam os autores. Por sua vez, conciliar o âmbito da educação ambiental ao desenvolvimento empresarial trazem realidades distintas entre as empresas. Algumas delas procuram encontrar ferramentas ou metodologias que reduzam os aspectos e impactos relacionadas as atividades.

Dessa forma esse estudo tem como objetivo principal apresentar resultados obtidos de pesquisa em campo sobre a consciência de trabalhadores terceirizados sobre a geração e minimização dos resíduos de construção civil. A fim de evidenciar, foi necessário analisar a quantidade de resíduos gerados por cada empresa contratada, avaliando a eficácia da capacitação fornecida aos contratados e a eficiência na destinação de cada resíduo, em conformidade com os treinamentos de educação ambientais fornecidos na fase inicial da obra.

2 | METODOLOGIA

2.1 Área de Estudo

A indústria de transformação de alumínio, objeto deste estudo, é uma multinacional com sede nos Estados Unidos da América. Presente no Brasil desde 1965, a empresa tem cerca de 7.000 funcionários envolvidos na produção de aproximadamente 1/4 da produção nacional de alumínio primário.

A unidade fabril localizada no município de Itapissuma, no Estado de Pernambuco, produz laminados (chapas e folhas) e extrudados (perfis para construção civil) e possui cerca de 1400 funcionários, incluindo terceirizados. Esta planta foi inicialmente construída por outra empresa, em 1968, sendo adquirida pela proprietária atual em 1981. Como toda empresa multinacional a unidade possui indicadores que medem seu desempenho ambiental. Esses indicadores estão relacionados aos aspectos ambientais potencialmente degradadores do meio ambiente.

A empresa está situada a Rodovia PE 35, Km 03, no Distrito Industrial de Itapissuma, limitando-se com a PE 35 a oeste e a leste com uma área de manguezal próximo ao Canal de Santa Cruz, distante 35 Km da cidade do Recife (Figura 1).

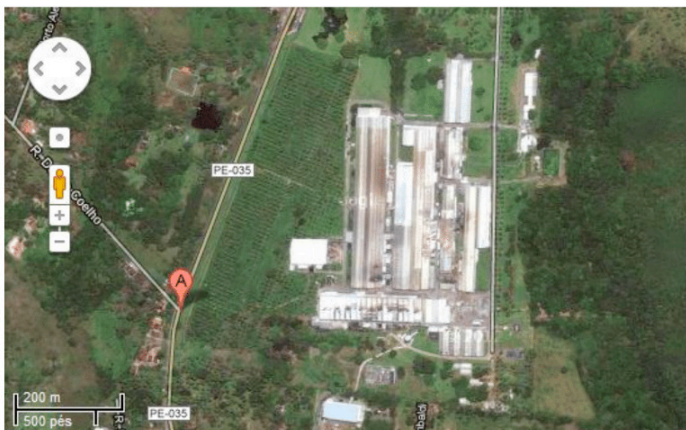


Figura 1: Vista aérea da fábrica - limite com Rodovia Estadual PE – 35.

Fonte: Google Maps (2020).

2.2 Método de coleta de dados

O tipo de pesquisa utilizada neste trabalho foi classificado como exploratória, obtendo-se, na maioria das vezes, descrições qualitativas e quantitativas do objeto de estudo, conceituando-se as inter-relações entre as propriedades do fenômeno, fato ou ambiente, conforme observado por Lakatos & Marconi (2010). O estudo foi classificado como de caso, onde, de acordo com Yin (2001) usa-se em “muitas situações, para contribuir ao nosso conhecimento dos fenômenos individuais, grupais, organizacionais, sociais, políticos e relacionados□.

A coleta de dados para fundamentação desta pesquisa foi obtida através de entrevistas em campo com os contratados da obra de ampliação da fábrica de folhas, onde foram entrevistadas 40 pessoas, representando 4% da população total dos contratados que estão participando do projeto de expansão da unidade, abrangendo todos os níveis hierárquicos. Considerando que todos os entrevistados estão trabalhando dentro desta indústria a menos de um ano. Esse público foi escolhido para avaliar o entendimento correto quanto à destinação correta dos resíduos gerados na construção civil, visando avaliar a eficácia do treinamento aplicado a esses terceiros na fase inicial da obra, tendo em vista que as empresas prestadoras do serviço não possuem certificação ambiental na norma NBR ISO 14001:2004.

A pesquisa foi realizada através de um questionário com 10 perguntas em relação ao entendimento do conteúdo apresentado sobre coleta seletiva e levantamento de aspectos e impactos ambientais na fase inicial da obra. As respostas para cada pergunta poderiam ser positivas ou negativas, outras com respostas objetivas.

Os funcionários da empresa não foram utilizados como objeto de pesquisa e nem os contratados fixos, mas apenas os contratados temporários que estão participando do

projeto de ampliação da fábrica.

Para detalhar mais o tipo de empresa que está prestando serviço, a Tabela 1, apresenta o campo de atuação que estão prestando serviço, a relação da quantidade de funcionários e o tempo de mercado na área de construção civil.

EMPRESA	TEMPO DE ATUAÇÃO NO MERCADO	MODALIDADE DENTRO DA ÁREA CIVIL	Nº DE FUNCIONÁRIOS
Empresa A	16 anos	Estrutura Metálica	20
Empresa B	28 anos	Fabricação e Montagem	30
Empresa C	40 anos	Construção	50

Tabela 1: Apresentação das empresas avaliadas.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise da Entrevista

Para obtenção de um melhor entendimento da pesquisa foi elaborado um gráfico (Figura 2) com o percentual de respostas positivas em relação ao entendimento geral dos contratados quanto aos resíduos gerados na obra de ampliação da indústria metalúrgica. Para efeito de avaliação de eficácia positiva do entendimento sobre as questões ambientais da indústria metalúrgica o resultado geral da pesquisa precisa obter resultado a partir de 80%.

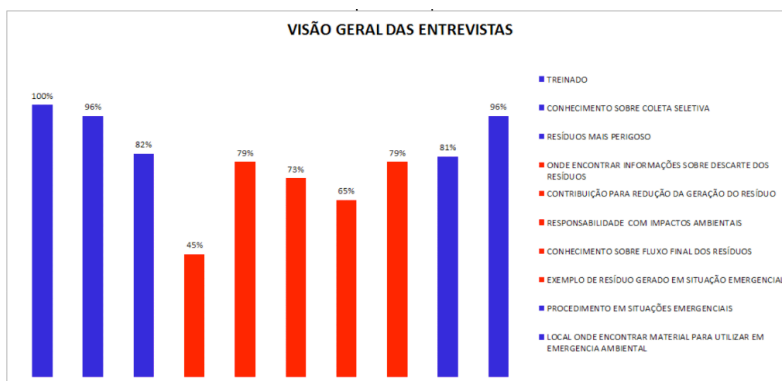


Figura 2: Visão geral das entrevistas. Entendimento da capacitação inicial sobre coleta seletiva e levantamento de aspectos impactos ambientais.

A pergunta que aborda sobre a realização do treinamento, teve como resultado 100%, confirmando que todos os funcionários terceirizados participaram do treinamento e da capacitação relacionada aos resíduos sólidos. A formação de agentes multiplicadores através de atividades orientadoras dos processos de segregação, reciclagem e compostagem, por meio de oficinas educativas são essenciais para uma empresa tanto para aumentar sua eficiência na produção quanto na obtenção de certificações ambientais.

Na pergunta seguinte, observou-se que apenas 4% não souberam responder o que representa a coleta seletiva e qual o seu significado. A realização da coleta seletiva traz consigo grandes benefícios como, por exemplo, a possibilidade de fazer a reciclagem. De acordo com Valle (2002) o ato de reciclar é refazer um ciclo e permite retomar a origem na forma de matérias primas, dos materiais que não se degradam facilmente e que podem ser reprocessados, mantendo as suas características básicas.

Observou-se que 82% dos entrevistados conseguiram responder perguntas relacionadas ao treinamento sobre coleta seletiva e aspectos relacionados a impactos ambientais. Quanto a análise do descarte correto dos resíduos, o resultado foi insatisfatório, visto que menos que 50% não souberem informar onde encontrar as informações para descarte correto dos resíduos. Na pergunta 5, sobre a contribuição para o meio ambiente, o resultado foi bastante positivo, pois mais que 50% conhecem o fluxo para tratamento dos resíduos. A conscientização dos funcionários selecionados também é um fator de extrema importância para que as políticas ambientais na empresa tenham sucesso. As campanhas educativas contribuem para mobilizar a todos, para sua participação efetiva e ativa na implantação da coleta seletiva de resíduos sólidos, separando os materiais recicláveis e/ou reutilizáveis diretamente na fonte de geração.

O índice de 80% foi quase atingido, no que se refere a responsabilidade Ambiental, seus conhecimentos e suas práticas. 85% conseguiram informar conhecer o fluxo final para os resíduos. Também 21% não souberam responder sobre um exemplo de resíduo gerado em situação emergencial. Na pergunta seguinte, apenas 7% não conhecem o procedimento em caso de emergência. E para finalizar na pergunta 10, apenas 4% não souberam onde encontrar os materiais necessários para utilizar em emergências ambientais. De acordo com Ferreira (2007), o objetivo geral de um Plano de Emergência consiste em definir a estrutura organizativa dos meios humanos e materiais e estabelecer os procedimentos adequados para atuação em caso de emergência, de modo a garantir a proteção dos colaboradores da empresa, a defesa do seu patrimônio e a proteção do ambiente.

3.2 Caracterização dos Resíduos

Na Figura 3, é apresentada a caracterização dos resíduos gerados no período de 8 meses de obra no interior da indústria analisada.

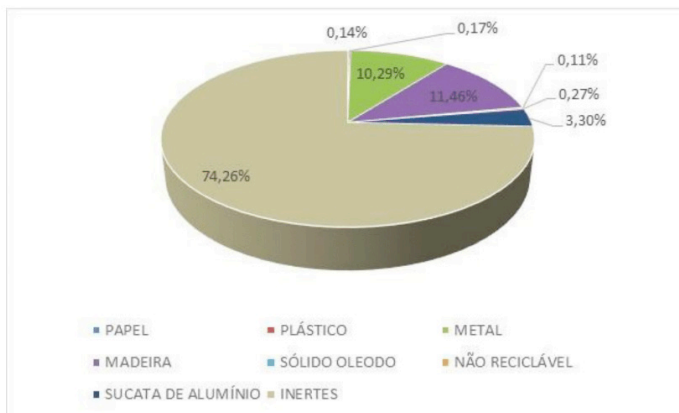


Figura 3: Caracterização dos Resíduos Sólidos da Indústria.

A geração diária dos resíduos da construção civil (RCC) na obra foi de 868,62 kg/dia. Comparando a geração de uma cidade como Criciúma/SC que apresentou uma média de 145,65 t/dia, conforme estudo realizado por Cardoso, Galatto & Guadagnin (2014), observa-se que o valor gerado na obra representa apenas 5,48% do que se gera numa cidade de médio porte.

Uma das soluções para os problemas com os RCC's é a reciclagem, que no Brasil, data desde 1980 onde se iniciaram estudos sistematizados (PINTO, 1999). Para isto, faz-se necessário um estudo para viabilização considerando uma planta fixa composta por equipamentos transportadores, de redução e britagem e cortinas de separação.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisando os resultados na visão geral da entrevista, pode-se interpretar que 50% das respostas apresentaram satisfatórias, pois os índices apresentam resultados iguais ou superiores a 80%, e, 50% das respostas insatisfatórias, considerando que tiveram resultados inferiores aos 80%. Mesmo com menos de um ano de atuação dentro de uma indústria metalúrgica, os resultados apresentaram-se satisfatórios.

Os contratados que trabalham na ampliação dessa empresa puderam mostrar nessa pesquisa de campo que o treinamento realizado foi eficaz e que eles compreendem claramente o que deve fazer com os resíduos gerados em suas atividades diárias.

Mesmo que os resultados tenham apresentado um bom desempenho da equipe treinada, é inegável que a sistemática de reciclagem e reorientações constantes devem ser realizadas, pois embora o número tenha sido baixo quanto ao não conhecimentos dos procedimentos, todos deveriam ter obtido conhecimentos semelhantes.

Recomenda-se que a empresa deva realizar inspeções constantes nos pontos de coletas para analisar a durabilidade dessa eficácia após um recente treinamento.

A geração diária dos resíduos da construção civil (RCC) na obra foi de 868,62 kg/dia. Comparando esta geração com uma cidade de médio porte como Criciúma/SC, observou-se que o valor gerado na obra representa apenas 5,48% do que se gera numa cidade de médio porte.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Planos de gestão de resíduos sólidos: manual de orientação: apoiando a implementação da política nacional de resíduos sólidos: do nacional ao local**. Brasília: MMA, 2012. 157 p.
- BRASIL. **Resolução n. 307, de 5 de julho de 2002**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 jul. 2002.
- CARDOSO, A. C. F.; GALATTO, S. L.; GUADAGNIN, M. E. Estimativa de Geração de Resíduos da Construção Civil e Estudo de Viabilidade de Usina de Triagem e Reciclagem, **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 31, 2014, p. 1 - 10.
- CHIAVENATO, I. **Gestão de pessoas: e o novo papel dos recursos humanos nas organizações**, 3 ed, Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- COSTA, R, V. G. **Taxa de geração de resíduos da construção civil em edificações na cidade de João Pessoa**. Dissertação Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental, Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, PB, 2012, 67f.
- ISAIA, G. C. **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. São Paulo, Instituto Brasileiro do Concreto: IBRACON, 2007.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos metodologia científica**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2001.
- MUÑOZ, R. & QUINTELLA, R. H. A Inovação e o Sistema de Franquia na Construção Civil de Salvador: O Caso do Plano 100. **Organizações & Sociedade**, v. 9, n. 23, 2002, p. 1-20.
- NOVAES, M. V.; MOURÃO, C. A. M. A. **Manual de Gestão Ambiental de Resíduos Sólidos na Construção Civil**. Coopercon -Cooperativa da Construção Civil do Estado do Ceará, 1ª Ed., Fortaleza, CE, 2008,100 p.
- PIETERSEN, H. S.; FRAAY, A. L. A.; HENDRIKS, C. F. **Application of recycled aggregates in concrete: experiences from the Netherlands**. Three-Day CANMET/ACI International Symposium on Sustainable Development of the Cement and Concrete Industry. Ottawa, Canada, 1998, 146 f.
- PINTO, T. P. **Metodologia para a Gestão Diferenciada de Resíduos Sólidos da Construção Urbana**. Tese de Doutorado em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999, 189 p.
- PINTO e GONZALEZ. **Manual de orientação: como implantar um sistema de manejo e gestão dos municípios**, v. 1, Brasília: CAIXA, 2005.

TOZZI, R. F. **Estudo da Influência do Gerenciamento na Geração dos Resíduos da Construção Civil (RCC) - Estudo de Caso de Duas Obras em Curitiba/PR**, Dissertação de Mestrado, Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2006, 117 f.

VALLE, C. E. **Qualidade ambiental: ISO 14000**. 4ª ed. São Paulo: SENAC, 2002.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

CAPÍTULO 10

POLUIÇÃO POR RESÍDUOS SÓLIDOS E MICROPLÁSTICOS EM AMBIENTES COSTEIROS

Data de aceite: 03/08/2020

Lucas Ferreira Corrêa

Universidade do Estado do Rio de Janeiro
São Gonçalo – RJ
<http://lattes.cnpq.br/2553257610482684>

Andrea Viana Macedo

Universidade do Estado do Rio de Janeiro
São Gonçalo – RJ
<http://lattes.cnpq.br/1756893330143856>

Emanuelle Assunção Loureiro Madureira

Universidade do Estado do Rio de Janeiro
São Gonçalo – RJ
<http://lattes.cnpq.br/2853743528899500>

Rebeca Oliveira Castro

Universidade Federal Fluminense
Niterói – RJ
<http://lattes.cnpq.br/4338599970713150>

André Luiz Carvalho da Silva

Universidade do Estado do Rio de Janeiro
São Gonçalo – RJ
<http://lattes.cnpq.br/7141564681426863>

Ana Beatriz Pinheiro

Universidade Federal Fluminense
Niterói – RJ
<http://lattes.cnpq.br/5519584658452308>

RESUMO: Os ambientes costeiros são os mais diretamente afetados pelo descarte irregular de materiais, devido à grande concentração de pessoas nas cidades litorâneas, o que prejudica inúmeros ecossistemas e compromete a vida

no planeta como um todo. O presente estudo objetivou chamar a atenção para os problemas causados pelo descarte inadequado de resíduos sólidos e microplásticos nos ambientes litorâneos. Almejou-se também apresentar resultados obtidos a partir do monitoramento de macro e micro resíduos sólidos em algumas praias no litoral do Estado do Rio de Janeiro. Estes monitoramentos foram realizados no verão e inverno, respectivamente, períodos com maior e menor atividade nas praias. Os macro resíduos foram identificados numa área de 25x50m; os microplásticos foram extraídos de sedimentos coletados na linha de deixa, numa área de 1m² e 5cm de profundidade. Os resultados mostram que o lixo composto por plástico é predominante em todas as praias estudadas. Apesar do maior fluxo de turistas em algumas praias, a eficiência do serviço de coleta de lixo é determinante para que se tenha uma menor quantidade de materiais nas areias. Nas praias onde a coleta é deficiente ou inexistente, o lixo tende a se acumular, mesmo com baixa frequência de usuários. Em praias de mar aberto, o lixo pode apresentar-se em grande parte desgastado, devido ao retrabalhamento pela ação das ondas. Alguns materiais, como inseticidas, desodorante e baldes, não são normalmente descartados por banhistas, sendo possivelmente trazidos por correntes marinhas. Microplásticos foram encontrados em todas as praias estudadas, com destaque para as fibras e fragmentos, provenientes da degradação de outros materiais.

PALAVRAS-CHAVE: Lixo marinho, praias, processos costeiros.

POLLUTION BY SOLID WASTE AND MICROPLASTICS IN COASTAL ENVIRONMENTS

ABSTRACT: Coastal environments are the most directly affected by the irregular disposal of materials due to the large concentration of people in coastal cities, which affect many ecosystems and threatens life on the planet as a whole. The present study aimed to draw attention to the problems caused by the inadequate disposal of solid waste and microplastic in coastal environments. It was also aimed to present results obtained from the monitoring of macro and micro solid waste on some beaches on the coast of the State of Rio de Janeiro. These monitoring were conducted in summer and winter, respectively, periods of greater and lesser activity on the beaches. Macro residues were identified in an area of 25x50m; microplastic were extracted from the collected sediments in the high tide line an area of 1m² and 5cm deep. The results show that the plastics waste is predominant in all the beaches studied. Despite the increased flow of tourists on some beaches, the efficiency of the garbage collection service is decisive for having less material on the sands. On beaches where collection is poor or non-existent, garbage tends to accumulate even with low frequency of users. At ocean beaches, garbage can present in large part worn due to reworking by wave action. Some materials found (such as insecticides, deodorant and buckets) are not discarded by local users, but brought by sea currents. Microplastics were found in all studied beaches, especially the fibers and degradation fragments from other materials.

KEYWORDS: Marine trash, beaches, coastal processes.

1 | INTRODUÇÃO

A ocupação das áreas litorâneas tem provocado alterações em diversos ambientes e causado problemas decorrentes do descarte irregular de materiais nas praias, riachos, restingas, manguezais, baías, entre outros. Essa situação é preocupante, quando se considera a dinâmica e a rica biodiversidade presente nos litorais e áreas marinhas adjacentes, assim como para as atividades ligadas ao lazer, transporte, turismo e pesca nessas regiões (SANTOS et al., 2008; FARIAS, 2012). Essas atividades vêm se intensificando ao longo dos anos, graças a um aumento cada vez maior de pessoas vivendo nas cidades litorâneas, que atualmente correspondem a cerca de 26,6% da população do país (IBGE, 2010). Como resultado, aumenta a cada dia a necessidade de ações voltadas para minimizar os problemas causados pelo descarte irregular de materiais nesses ambientes. A concentração de resíduos sólidos nas cidades e, em especial, nos diversos ambientes litorâneos, vem gerando consequências drásticas para a sociedade e para os ecossistemas costeiros e marinhos (LI et al., 2016; MATSUGUMA et al., 2017).

As praias representam um dos ambientes mais diretamente afetados devido a sua ampla utilização para atividades de recreação e moradia. Trata-se de um ambiente complexo, formado quase sempre por areias de tamanhos variados e de elevada dinâmica, em resposta a ação das ondas, das correntes e variações diárias da maré (BIRD, 2008). Ao longo das últimas décadas, a comunidade científica tem voltado seus esforços para

as questões associadas à poluição por resíduos sólidos nos ambientes costeiros, com destaque para as praias. Os estudos relacionados a esta temática são recentes, tendo início na década de 1970 (BUCHANAN, 1971; CARPENTER E SMITH, 1972), e vem crescendo ao longo dos últimos anos, com a contribuição de um número cada vez maior de pesquisadores (WRIGHT & KELLY, 2017; PRATA, 2018; WALKER, 2018; ABIDLI et al., 2019).

Desta forma, compreender os impactos causados por resíduos sólidos e microplásticos nos ambientes litorâneos, a origem desses materiais e a relação com os processos costeiros é fundamental para a elaboração de medidas voltadas para a gestão adequada do lixo gerados nas cidades e minimizar os problemas causados pelo descarte irregular destes materiais.

2 I POLUIÇÃO POR RESÍDUOS SÓLIDOS NOS AMBIENTES LITORÂNEOS

Os impactos causados pelas diferentes formas de poluição tendem a comprometer o equilíbrio dos ecossistemas marinhos e costeiros (Figuras 1 e 2), além de oferecer riscos para a saúde dos banhistas e prejudicar diretamente as atividades essenciais à economia local (SANTOS et al., 2008; FARIAS, 2012; ABIDLI et al., 2019; CORRÊA et al., 2019; MACEDO et al., 2020). Essa questão passou a ser tratada com maior relevância após a publicação da lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010, quando o tema poluição por resíduos sólidos passou a ser cada vez mais abordado na mídia, nas pesquisas científicas e em programas de educação ambiental.



Figura 1 – Praias impactadas por diferentes tipos de lixo. Fontes: (A) conexaoplaneta.com.br, (B) www.blogtche-auri.blogspot.com, (C, D) André Silva, 2019.

O lixo marinho é qualquer resíduo sólido de origem humana que foi inserido no ambiente marinho pela ação antrópica (COE e ROGERS, 1997). As fontes de lixo estão diretamente condicionadas à relação entre o aumento da produção e do consumo mundial e a falta de preocupação com o descarte destes rejeitos produzidos pelas diversas sociedades. Os resíduos sólidos podem ser provenientes do continente ou do mar, a partir de quatro fontes principais (Figura 3): (1) turismo e atividades recreativas, (2) atividades pesqueiras, (3) esgotos e (4) navegação (SOMERVILLE et al., 2003).

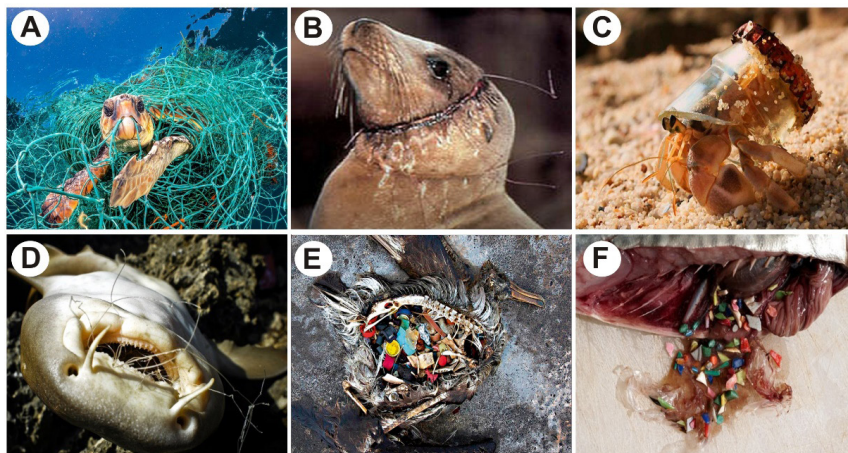


Figura 2 – Impactos nos animais marinhos e aves. Fontes: (A) Jordi Chias, 2018, (B) sustentahabilidade.com, (C) biologia.blogspot.com.br, (D) Aaron ODea / Marine Photobank, 2020 (E) Dan Clark/USFWS/AP, 2020 (F) comunicaquemuda.com.br.

Entre os resíduos sólidos mais encontrados nos litorais e oceanos, os materiais compostos por plásticos diversos são predominantes (IVAR DO SUL et al., 2011; BAPTISTA NETO E FONSECA, 2011; CORRÊA et al., 2019; MACEDO et al., 2020). A ampla utilização do plástico se deve, na maioria dos casos, a sua: (1) durabilidade; (2) maleabilidade para confecção de diferentes tipos de objetos; (3) resistência; (4) leveza, quando comparado a outros materiais; (5) baixo custo na produção; (6) impermeabilidade (RYAN et al., 2009; FRIAS et al., 2010; PLASTICS EUROPE, 2020).

A proporção de lixo composto por plástico nos oceanos aumenta com a distância em relação às áreas de origem, pois são mais facilmente transportados através dos processos físicos costeiros (ondas, correntes e marés) que os materiais mais densos (como os vidros e metais); também, porque possuem um tempo maior para a decomposição quando comparado a outros materiais de baixa densidade (papel e tecidos) (RYAN et al., 2009).

Os resíduos sólidos podem ser monitorados por diferentes métodos (Figura 3). Santos et al. (2008) aponta que a amostragem de resíduos sólidos pode ocorrer de três

diferentes formas: nos litorais, na superfície do mar e no fundo marinho. A escolha de um método deve considerar as particularidades de cada localidade, assim como, os objetivos a serem alcançados em cada investigação. O custo do monitoramento varia conforme a logística e estrutura necessária à coleta e análise dos dados (RYAN et al., 2009).

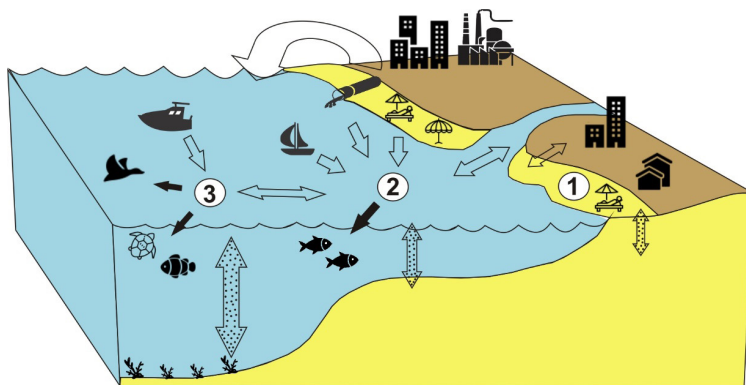


Figura 3 - Diagrama esquemático das principais fontes e direções dos plásticos no ambiente marinho. As setas curvas representam o transporte de resíduos pelo vento, às setas azuis pelas correntes, as setas pontilhadas mostram o transporte vertical e às setas pretas indicam a ingestão por organismos marinhos e aves.

Fonte: Adaptada de Ryan et al., 2009.

3 | MICROPLÁSTICOS EM PRAIAS

Os detritos plásticos flutuantes têm se tornado um problema global crescente, pois são transportados por longas distâncias através das bacias oceânicas, alcançando praias no mundo inteiro e até mesmo as ilhas mais remotas (MONTEIRO et al. 2018.). As correntes marinhas contribuem para a acumulação de microplásticos no centro dos giros subtropicais (ANDRADY, 2015), formando zonas de detritos plásticos flutuantes (CÓZAR et al., 2017).

Microplásticos são facilmente encontrados em produtos de uso comum e diário (FENDALL e SWELL, 2009; COLE et al., 2011). Na década de 1990, os cosméticos foram reconhecidos como fonte de poluição, devido à quantidade de microplásticos nesses produtos (ZITKO e HANLON, 1991; GREGORY, 1996), o que tem aumentado nas últimas décadas devido à substituição de esfoliantes naturais (como a pedra-pome) por produtos contendo microplásticos (DERRAIK, 2002; BROWNE et al., 2007; FENDALL & SWELL, 2009).

Quando os resíduos plásticos possuem tamanho inferior a 5 milímetros (>5mm) são chamados de microplásticos. Essa classificação tem sido amplamente aceita pela comunidade científica (GESAMP, 2019). Dessa forma, essas pequenas partículas plásticas podem ser classificadas em seis tipos distintos: pellets (Figura 4A, B e C), fragmentos de

plástico (Figura 4D, E e F), isopor (Figura 4G e H), fibras (Figura 4I e J), filme (Figura 4K) e espuma (Figura 4J). E podem ser oriundas de duas fontes: (1) primária, quando produzido como uma micro partículas para a utilização na indústria em geral; (2) e os materiais de fonte secundária, resultado da fragmentação de plásticos de tamanhos variados, devido a degradação térmica, fotoquímica (raios solares), química (contato com o sal, ácidos, etc.) ou física (efeito abrasivo do vento e ondas) (ANDRADY, 2011; COLE et al., 2011).

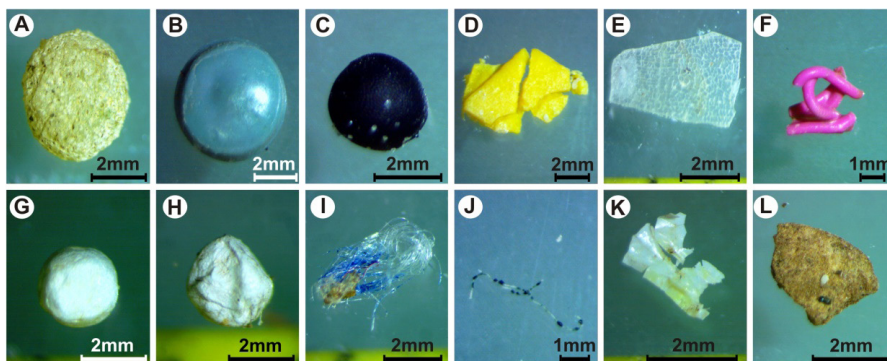


Figura 4: Tipos de microplásticos: pellets (A, B, C), fragmentos (D, E, F), isopor (G, H), fibras (I, J), filme (K) e espuma (L).

Fonte: Autores, 2018.

Os animais marinhos são os mais impactados com os microplásticos e morrem em grande parte por inanição, uma vez que ingerem microplásticos por confundirem com alimentos, entre outras causas (LAIST, 1997; FISNER et al., 2013). A fauna marinha é atraída pelas micro partículas plásticas em razão do seu tamanho e são as maiores responsáveis pela contaminação deste grupo de animais (BERGMANN et al., 2015). Quando o animal ingere o microplástico, ele passa a atuar como um vetor de transferência de materiais tóxicos para os organismos (SONG et al., 2014). Além da capacidade de ingestão e obstrução mecânica nos organismos, os microplásticos são potencialmente tóxicos devido às diversas substâncias e elementos usados como aditivos que podem ser lixiviados para o ambiente. Os resíduos plásticos também possuem alta capacidade de adsorver substâncias hidrofóbicas, como os poluentes orgânicos persistentes (POP) que acabam concentrando-se em sua superfície causando diferentes efeitos nos organismos (FRIAS et al., 2010; ANDRADY, 2011; BOUWMEESTE et al., 2015; HARTMANN et al., 2017; GALLOWAY et al., 2017). A superfície microplástica também pode servir como local para a colonização de microrganismos, incluindo patógenos, e outros organismos, podendo atuar na dispersão de tais espécies (GOLDSTEIN et al. 2012; MAJER et al., 2012; ZETTLER et al. 2013; REISSER et al., 2014; SILVA et al., 2019).

Nos últimos anos, observou-se também uma preocupação acerca da presença de microplástico no organismo humano. Estes materiais podem entrar no corpo humano através de duas vias principais: ingestão e inalação (RIST et al., 2018). A ocorrência dessas partículas em espécies marinhas consumidas pelo homem, como peixes e bivalves, pode se acumular e causar sérios danos à saúde humana (DEHAUT et al., 2016; SUSSARELLU et al., 2016). Desse modo, faz-se necessário quantificá-las, porém isto é um grande desafio, devido principalmente a uma vasta e distinta gama de procedimentos sintéticos envolvidos na produção desses materiais (CADORE et al., 2008).

4 | ESTUDOS SOBRE MACRO E MICRO RESÍDUOS SÓLIDOS NO LITORAL FLUMINENSE

No Brasil, os estudos sobre resíduos plásticos em ambientes costeiros são recentes e tiveram início no fim da década de 1990. As pesquisas relacionadas à presença de microplásticos em praias começaram somente no início do século XXI, mas vem crescendo bastante nos últimos anos (IVAR DO SUL e COSTA, 2007, CASTRO et al., 2018). No litoral do estado do Rio de Janeiro, os estudos têm sido desenvolvidos em diferentes áreas e por diversos pesquisadores (Figura 5). A grande maioria, com objetivos voltados para a caracterização dos tipos e fontes de materiais encontrados em praias e baías. Especialmente, a maior parte dos estudos já realizados sobre resíduos sólidos, incluindo os microplásticos, tem se concentrado na região da Baía de Guanabara (Figura 5), o que evidencia a importância do monitoramento nas demais áreas e ambientes localizados na costa do Rio de Janeiro.

Estudo pioneiro realizado por Correa et al. (2019) no litoral de Jaconé e Saquarema, possibilitou a caracterização dos macro e micro resíduos sólidos nos 19 km de arco praiial (Figura 6). Neste litoral, de elevada dinâmica, foram conduzidos monitoramentos entre o verão e inverno, para a quantificação dos resíduos sólidos em cinco locais distintos, em áreas de 25x50m. Os microplásticos foram extraídos de sedimentos coletados na linha de deixa, numa área de 1x1m e 5 cm de profundidade. Na extração, utilizou-se uma solução hipersalina contendo 358,9g de NaCl para cada litro de água (BESLEY et al., 2017). Os resultados mostram que o lixo plástico é predominante, com maior concentração no verão e na praia de Jaconé (setor oeste). Apesar do maior fluxo de turistas em Saquarema (setor leste), o lixo é recolhido com frequência, o que não ocorre nos demais locais. Nessas praias oceânicas, o lixo se encontra em grande parte desgastado pela ação das ondas. Alguns materiais encontrados (inseticidas, desodorante e baldes) não são descartados por banhistas, mas trazidos pelas correntes marinhas. Verificou-se a presença de microplásticos nas praias estudadas (Figura 6), com destaque para as fibras, provenientes da degradação de outros materiais (CORREA et al., 2019).

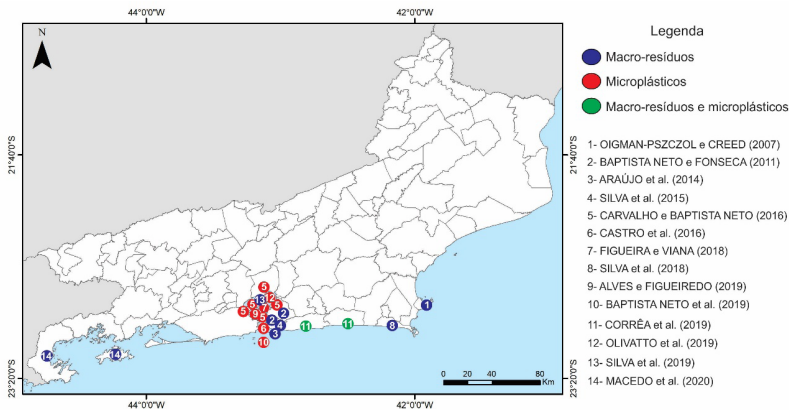


Figura 5: Estudos de macro resíduos e microplásticos no Estado do Rio de Janeiro.

As praias na Baía da Ilha Grande (Figura 6), litoral sul fluminense, vêm apresentando problemas relacionados à poluição por lixo, como consequência do incremento do turismo na região. Macedo et al. (2020), utilizando a mesma metodologia descrita anteriormente, constataram que os plásticos representam o material predominante nas praias estudadas; seguido por restos de construção, isopor, madeira modificada, entre outros em menor quantidade (Figura 6). Nas praias abrigadas na Ilha Grande e em Paraty predomina o lixo local, principalmente no inverno, devido à redução na limpeza da faixa de areia nessa estação. Nas praias oceânicas (Lopes Mendes e Dois Rios), a maior quantidade de lixo no verão está associada ao aumento de banhistas e a maior estabilidade da praia, nessa época do ano. A presença de lixo não local nessas praias, bastante desgastado, aponta para a fonte marinha. Na Ilha Grande, os microplásticos foram estudados por Macedo et al. (2019), que constatou que estes ocorrem em maior quantidade nas praias localizadas na borda sul da ilha, com destaque para Dois Rios. Fragmentos de microplásticos são predominantes, seguidos por isopor, fibras e pellets (Figura 6).

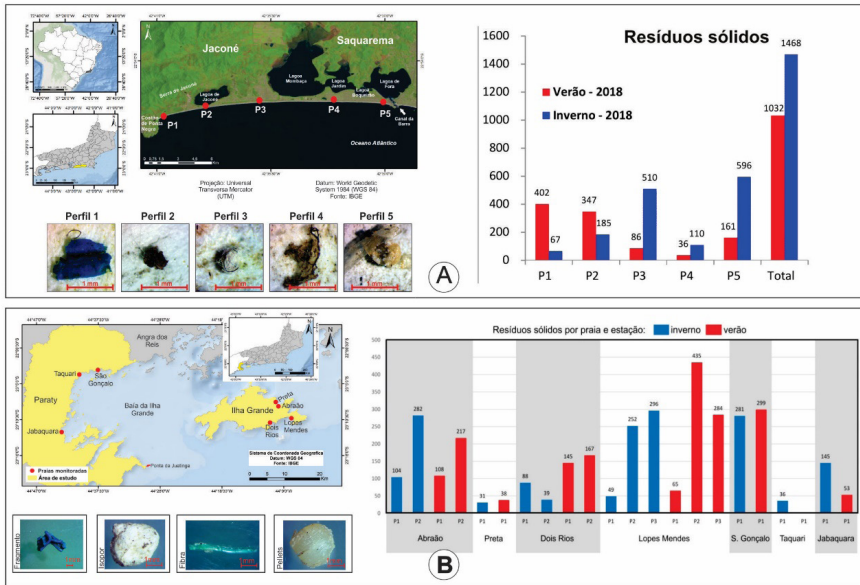


Figura 6: Ocorrência e distribuição de resíduos sólidos em algumas praias da Região dos Lagos e do sul fluminense.

Fonte: Correa et al. (2019), Macedo et al. (2019, 2020).

REFERÊNCIAS

ABIDLI, S., LAHBIB, Y., & TRIGUI EL MENIF, N. **Microplastics in commercial mollusks from the lagoon of Bizerte (Northern Tunisia)**. *Marine Pollution Bulletin*, n. 142, p. 243–252, 2019. DOI:10.1016/j.marpolbul.2019.03.048

ALVES, V. E. N., E FIGUEIREDO, G. M. **Microplastic in the sediments of a highly eutrophic tropical estuary**. *Marine Pollution Bulletin*, n. 146, p. 326–335, 2019. DOI:10.1016/j.marpolbul.2019.06.042

ANDRADY, A.L. **Microplastics in the marine environment**. *Marine Pollution Bulletin*, v. 62, p. 1596–1605, 2011.

ANDRADY, A.L. **Persistence of Plastic Litter in the Oceans**. In: Bergmann, M., Gutow, L. e Klages, M. (Eds.). *Marine Anthropogenic Litter*. Springer, p. 456, 2015.

ARAÚJO, F., SILVA, M., CASTRO, R., SALES, A., PERES, F., TIMBÓ, M. **Projeto “Praia limpa é a minha praia”: uma contribuição para a preservação dos ambientes aquáticos**. *Revista Interagir: pensando a extensão*, n. 17, p. 81-89, 2014.

ARTHUR, C. J., BAKER and H. BAMFORD (eds). **Proceedings of the International Research Workshop on the Occurrence, Effects and Fate of Microplastic Marine Debris**. NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-30, p. 49, 2009.

BAPTISTA NETO, J. A. B., DA FONSECA, E. M. **Seasonal, spatial and compositional variation of beach debris along of the eastern margin of Guanabara Bay (Rio de Janeiro) in the period of 1999–2008.** Journal of Integrated Coastal Zone Management, v. 11, p. 31–39, 2011.

BAPTISTA NETO, J. A., CARVALHO, D. G., MEDEIROS, K., DRABINSKI, T. L., VAZ DE MELO, G., SILVA, R. C. O., SILVA, D. C. P., BATISTA, L. S., DIAS, G. T. M., FONSECA, E. M., FILHO, J. R. S. **The impact of sediment dumping sites on the concentrations of microplastic in the inner continental shelf of Rio de Janeiro/Brazil.** Marine Pollution Bulletin, n. 149, 2019

BAPTISTA NETO, J. A., GAYLARDE, C., BEECH, I., BASTOS, A. C., QUARESMA, V. S., B. CARVALHO, D. G. **Microplastics and attached microorganisms in sediments of the Vitória bay estuarine system in SE Brazil.** Ocean and Coastal Management. v. 169, p. 247–253, 2019

BERGMANN, M., GUTOW, L. e KLAGES, M. **Marine Anthropogenic Litter.** Springer Open. DOI 10.1007/978-3-319-16510-3_1, p. 456, 2015

BESLEY, A., VIJVER, M. G., BEHRENS, P., BOSKER, T. **A standardized method for sampling and extraction methods for quantifying microplastics in beach sand.** Marine Pollution Bulletin, vol. 114, p. 77-83, 2017

BIRD, E. C. F. **Coastal Geomorphology: An Introduction.** 2. ed. Inglaterra: Other Wiley Editorial Offices, 2008

BROWNE, M. A., GALLOWAY, T., THOMPSON, R. **Microplastic – an emerging contaminant of potential concern?** Integrated Environmental Assessment and Management, v. 3, p. 559-561, 2007

BOUWMEESTE, H., HOLLMAN, P. C. H., PETERS, R. J. B. **Potential health impact of environmentally released micro- and nanoplastics in the human food production chain: experiences from nanotoxicology.** Environmental Science e Technology, n. 49, p. 8932–8947, 2015

BUCHANAN, J. B. **Pollution by synthetic fibres.** Marine Pollution Bulletin, n. 2, v. 2, p. 23, 1971. DOI:10.1016/0025-326X(71)90136-6

CADORE, S., MATOSO, E., SANTOS, M. C. **A espectrometria atômica e a determinação de elementos metálicos em material polímero.** Química Nova, v. 3, n. 6, p. 1533-1542, 2008

CARPENTER, E. J. & SMITH, K. L. **Plastics on the Sargasso Sea surface.** Science, v. 175, p. 1240-1241, 1972.

CASTRO, R. O., SILVA, M. L., MARQUES, M. R. C., ARAÚJO, F. V. **Evaluation of microplastics in Jurujuba Cove, Niterói, RJ, Brazil, an area of mussels farming.** Marine Pollution Bulletin, n. 110, p. 555–558, 2016.

CASTRO, R. O., SILVA, M. L., ARAÚJO, F. V. **Review on microplastic studies in Brazilian aquatic ecosystems.** Ocean & Coastal Management, n. 165, p. 385–400. 2018. DOI:10.1016/j.ocecoaman.2018.09.013

CARVALHO, D. G., BAPTISTA NETO, J. A. **Microplastic pollution of the beaches of Guanabara Bay South east Brazil.** Ocean & Coastal Manag., v. 128, p. 10-17. 2016.

- COE, J. M., ANDERSSON, S., ROGERS, D. B. **Marine debris in the Caribbean Region**. In: Coe, J.M., Rogers, D.B. (Eds.), *Marine Debris: Sources, Impacts and Solutions*. Springer, New York, p. 25–34. 1997.
- COLE, M., LINDEQUE, P., HALSBAND, C., GALLOWAY, T. S. **Microplastics as contaminants in the marine environment: A review**. *Marine Pollution Bulletin*, v. 62, p. 2588–2597. 2011.
- CORRÊA, L. F., SILVA, A. L. C., PINHEIRO, A. B., PINTO, V. C. S., MACEDO, A. V., MADUREIRA, E. A. L. **Distribuição e fonte de resíduos sólidos ao longo do arco praial de Jaconé-Saquarema (RJ)**. *Revista Tamoios, São Gonçalo (RJ)*, n. 15, v. 1, p. 57-79. 2019. DOI: 10.12957/tamoios.2019.42363.
- CÓZAR, A., MARTÍ, E., DUARTE, C. M., GARCÍA-DE-LOMAS, J., VAN SEBILLE, E., BALLATORE, T. J., EGUÍLUZ, V. M., GONZÁLEZ-GORDILLO, J. I., PEDROTTI, M. L., ECHEVARRÍA, F., TROUBLÉ, R., IRIGOIEN, X. **The Arctic Ocean as a deadend for floating plastics in the North Atlantic branch of the Thermohaline Circulation**. *Science Advance*, v. 3. 2017.
- DEHAUT, A., CASSONE, A., FRERE, L., HERMABESSIERE, L., HIMBER, C., RINNERT, E., RIVIERE, G., LAMBERT, C., SOUDANT, P., HUVET, A., DUFLOS, G., PAUL-PONT, I. **Microplastics in seafood: Benchmark protocol for their extraction and characterization**. *Environmental Pollution*, n. 215, p. 223-233. 2016.
- DERRAIK, J. G. **The pollution of the marine environment by plastic debris: a review**. *Marine Pollution Bulletin*, v.44, p. 842-852. 2002.
- FARIAS, C. R. S. M., JARDIM, T. D. M. **Rio+20: oceanos, mares e zonas costeiras**. [Boletim Legislativo, n. 17 Brasília: Senado Federal] 2012, 6 p. Disponível em: <http://www12.senado.leg.br/publicacoes/estudos-legislativos/tipos-de-estudos/outras-68-publicacoes/tema-se-agendas-para-o-desenvolvimento-sustentavel/rio-20-oceanos-mares-e-zonas-costeiras> & gt. Acessado em: (02/05/2020). 2012.
- FENDALL, L. S., SEWELL, M. A. **Contributing to marine pollution by washing your face: microplastics in facial cleansers**. *Marine Pollution Bulletin*, n. 58, p. 1225–1228. 2009.
- FIGUEIREDO, G. M., VIANNA, T. M. P. **Suspended microplastics in a highly polluted bay: Abundance, size, and availability for mesozooplankton**. *Marine Pollution Bulletin*, n. 135, p. 256–265, 2018.
- FISNER, M., TANIGUCHI, S., MAJER, A. P., BÍCEGO, M. C., TURRA, A. **Concentration and composition of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in plastic pellets: implications for small-scale diagnostic and environmental monitoring**. *Marine Pollution Bulletin*, v. 76, p. 349–354. 2013b
- FRIAS, J. P. G. L., SOBRAL, P., FERREIRA, A. M. **Organic pollutants in microplastics from two beaches of the Portuguese coast**. *Marine Pollution Bulletin*, v. 60, p. 1988–1992. 2010
- GALLOWAY, T. S., COLE, M., LEWIS, C. **Interactions of microplastic debris throughout the marine ecosystem**. *Nature Ecology & Evolution*, n. 5, p. 116, 2017

GESAMP. 2019. Guidelines or the monitoring and assessment of plastic litter and microplastics in the ocean. In: Kershaw, P.J., Turra, A., Galgani, F. (ed.) (IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP/ISA Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). Rep. Stud. GESAMP No. 99, 130p.

GOLDSTEIN, M. C., ROSENBERG, M., E CHENG, L. **Increased oceanic microplastic debris enhances oviposition in an endemic pelagic insect.** *Biology Letters*, n. 8, v. 5, p. 817–820, 2012. DOI:10.1098/rsbl.2012.0298

GREGORY, M.R. **Plastic “scrubbers” in hand cleansers: a further (and minor) source of marine pollution identified.** *Marine Pollution Bulletin*, v. 32, n 12, p. 867-871. 1996

GUIDANCE ON MONITORING OF MARINE LITTER IN EUROPEAN SEAS. Joint Research Centre of the European Commission. European Union, p. 128. 2013

HARTMANN, N. B., RIST, S., BODIN, J., JENSEN, L. H. S., SCHMIDT, S. N., MAYER, P., MEIBON, A., BAUN, A. **Microplastics as vectors for environmental contaminants: exploring sorption, desorption, and transfer to biota.** *Integrated Environmental Assessment and Management*, n. 13, p. 488–493, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Brasileiro de 2010.** Rio de Janeiro: IBGE, 2012

IVAR DO SUL, J. A., COSTA, M. **Marine debris review for Latin America and the Wider Caribbean Region: from the 1970s until now, and where do we go from here.** *Marine Pollution Bulletin*. DOI:10.1016/j.marpolbul.2007.05.004. v. 54, n. 8, p. 1087-1104. 2007

IVAR DO SUL, J. A., SANTOS, I. R., FRIEDRICH, A. C., MATTHIENSEN, A., & FILLMANN, G. **Plastic Pollution at a Sea Turtle Conservation Area in NE Brazil: Contrasting Developed and Undeveloped Beaches.** *Estuaries and Coasts*. DOI:10.1007/s12237-011-9392-8, n. 34, v. 4, p. 814–823. 2011

LAIST, D. W. **Impacts of marine debris: entanglement of marine life in marine debris including a comprehensive list of species with entanglement and ingestion records.** In: Coe, J., Rogers, D.B. (Eds.) *Marine Debris: Sources, Impacts and Solutions*. Springer Series on Env. Management, New York, USA, p. 99–119. 1997

LI, W. C., TSE, H. F., FO, L. **Plastic waste in the marine environment: a review of sources, occurrence and effects.** *Science Total Environmental*, p. 333–349. 2016

MACEDO, A. V., SILVA, A. L. C., MADUREIRA, E. A. L. **Ocorrência e distribuição de microplásticos no litoral da Ilha Grande (Angra dos Reis, RJ).** In: Pinheiro, L.S.; Goraybe, A. (Org.). *Geografia Física e as Mudanças Globais*. 1ed. Fortaleza - CE: UFC, v. 1, p. 414. 2019.

MACEDO, A. V., SILVA, A. L. C., MADUREIRA, E. A. L., DINIZ, L. F., PINHEIRO, A. B. **Poluição por resíduos sólidos em praias da baía da Ilha Grande, Angra dos Reis e Paraty (RJ).** *Mares: Revista de Geografia e Etnociências*, v.1, p. 53-66. 2020

MAJER, A. P., VEDOLIN, M. C., TURRA, A. **Plastic pellets as oviposition site and means of dispersal for the ocean-skater insect Halobates.** *Marine Pollution Bulletin*, n. 64, p. 1143-1147, 2012.

MATSUGUMA, Y., TAKADA, H., KUMATA, H., KANKE, H., SAKURAI, S., SUZUKI, T., NEWMAN, B. **Microplastics in Sediment Cores from Asia and Africa as Indicators of Temporal Trends in Plastic Pollution.** Archives of Environmental Contamination and Toxicology, n. 73, v. 2, p. 230–239. 2017. Doi:10.1007/s00244-017-0414-9

MONTEIRO, R. C. P., IVAR DO SUL, J. A., COSTA, M. F. **Plastic pollution in islands of the Atlantic Ocean.** Environmental Pollution, n. 238, p. 103–110. 2018. DOI:10.1016/j.envpol.2018.01.096

OIGMAN-PSZCZOL, S. S., & CREED, J. C. **Quantification and Classification of Marine Litter on Beaches along Armação dos Búzios, Rio de Janeiro, Brazil.** Journal of Coastal Research, n. 232, p. 421–428. 2007. DOI:10.2112/1551-5036(2007)23[421:qacoml]2.0.co;2

OLIVATTO, G. P., MARTINS, M. C. T., MONTAGNER, C. C., HENRY, T. B., & CARREIRA, R. S. **Microplastic contamination in surface waters in Guanabara Bay, Rio de Janeiro, Brazil.** Marine Pollution Bulletin, n. 139, p. 157–162. 2019. DOI:10.1016/j.marpolbul.2018.12.042

PLASTICS EUROPE – **What are plastic?** 2020. Disponível em: <http://www.plasticseurope.org/en/about-plastics/what-are-plastics>. Acesso em: 02/05/2020 às 14h35

PRATA, J. C. **Microplastics in wastewater: State of the know ledge on sources, fate and solutions.** Marine Pollution Bulletin, n. 129, v. 1, p. 262–265. 2018. DOI:10.1016/j.marpolbul.2018.02.046

REISSER, J., SHAW, J., HALLEGRAEFF, G., PROIETTI, M., BARNES, D. K. A., THUMS, M., WILCOX, C., HARDESTY, B. D., PATTIARATCHI, C. **Millimeter-Sized Marine Plastics: A New Pelagic Habitat for Microorganisms and Invertebrates.** PloS One, n. 9, v. 6, 2014. DOI:10.1371/journal.pone.0100289

RIST, S., ALMROTH, B. C., HARTMANN, N. B., THERESE M. KARLSSON, T. M. **A critical perspective on early communications concerning human health aspects of microplastics.** Science of the Total Environment, v. 626, p. 720–726. 2018

RYAN, P. G., MOORE, C. J., VAN FRANEKER, J. A., MOLONEY, C. L. **Monitoring the abundance of plastic debris in the marine environment.** Philosophical Transactions of the Royal Society B, v. 364, p. 1999-2012, 2009

SANTOS, I. R., BAPTISTA NETO, J. A., WALLNER-KERSANACH, M. **Resíduos Sólidos.** In: BAPTISTA NETO, J. A., WALLNER-KERSANACH, M., PATCHINEELAM, S. M. (Eds). Poluição marinha. Interciência, p. 309-330. 2008

SILVA, M. L., ARAÚJO, F. V., CASTRO, R. O., & SALES, A. S. **Spatial-temporal analysis of marine debris on beaches of Niterói, RJ, Brazil: Itaipu and Itacoatiara.** Marine Pollution Bulletin, n. 92, v. 1-2, p. 233–236. 2015. DOI:10.1016/j.marpolbul.2014.12.036

SILVA, M. L., CASTRO, R. O., SALES, A. S., & ARAÚJO, F. V. **Marine debris on beaches of Arraial do Cabo, RJ, Brazil: Na important coastal tourist destination.** Marine Pollution Bulletin, n. 130, p. 153–158. 2018. DOI:10.1016/j.marpolbul.2018.03.02

SILVA, M. M., MALDONADO, G. C., CASTRO, R. O., DE SÁ FELIZARDO, J., CARDOSO, R. P., ANJOS, R. M. DOS, & ARAÚJO, F. V. **Dispersal of potentially pathogenic bacteria by plastic debris in Guanabara Bay, RJ, Brazil.** Marine Pollution Bulletin, n. 141, p. 561–568. 2019. DOI:10.1016/j.marpolbul.2019.02.064

SOMERVILLE, S. E.; MILLER, K. L.; MAIR, J. M. **Assessment of the esthetic quality of a selection of beaches in the Firth of Forth, Scotland.** *Marine Pollution Bulletin*, v. 46, p. 1184–1190. 2003

SONG, Y. K., HONG, S. H., JANG, M., KANG, J., KWON, O.Y., HAN, G. M., & SHIM, W. J. **Large Accumulation of Micro-sized Synthetic Polymer Particles in the Sea Surface Micro layer.** *Environm. Science & Technology*, n. 48, p. 9014–9021. 2014

SUSSARELLU, R., SUQUET, M., THOMAS, Y., LAMBERT, C., FABIoux C., PERNET, M. E. J., GOĀC, N. L., QUILLIEN, V., MINGANT, C., EPELBOIN, Y., CORPOREAU, C., GUYOMARCH, J., ROBBENS, J., PAUL-PONTA, I., SOUDANT, P., HUVET, A. **Oyster production is affected by exposure to polystyrene microplastics.** *PNAS*, v. 113, n. 9, p. 2430–2435. 2016

WALKER, T. R. **Drowning in debris: solutions for a global pervasive marine pollution problem.** *Marine Pollution Bulletin*, n. 126, p. 338. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.11.039>. 2018

WRIGHT, S. L., & KELLY, F. J. **Plastic and Human Health: A Micro Issue?** *Environmental Science & Technology*. DOI:10.1021/acs.est.7b00423. n. 51, v. 12, p. 6634–6647. 2017

ZETTLER, E. R., MINCER, T. J., AMARAL-ZETTLER, L. A. **Life in the “plastisphere”: microbial communities on plastic marine debris.** *Environmental Science e Technology*, n. 47, v. 13, p. 7137-7146, 2013

ZITKO, V., HANLON, M. **An other source of pollution by plastics: skin cleaners with plastic scrubbers.** *Marine Pollution Bulletin*, v. 22, p. 41–42, 1991

<https://www.blogtche-auri.blogspot.com/2012/01/lixo-nas-praias-e-no-mar.html>. Acesso em: 29/04/2020 às 13h15

<http://conexaoplaneta.com.br/blog/voce-sabe-quais-sao-os-dez-tipos-de-lixo-mais-encontrados-nas-praias-brasileiras>. Acesso em: 29/04/2020 às 13h18

<https://www.iguieciologia.com/lixo-no-mar>. Acesso em: 29/04/2020 às 13h30

<http://sustentabilidade.com/plastico-o-alimento-mais-ingerido-no-mundo-marinho/>. Acesso em: 29/04/2020 às 13h32

<https://www.comunicaquemuda.com.br>. Acesso em: 29/04/2020 às 13h34

PROPOSTA PARA IMPLANTAÇÃO DE UMA UTR – UNIDADE DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NA ILHA DE COTIJUBA, BELEM DO PARÁ

Data de aceite: 03/08/2020

Clodomir Barros Pereira Junior

Universidade Federal Rural de Pernambuco
(UFRPE)
Recife-Pe

Vicente de Paula Silva

Universidade Federal Rural de Pernambuco
(UFRPE)
Recife-Pe

RESUMO: Este documento versará sobre um estudo de caso sobre a problemática da gestão de resíduos em uma área insular na ilha de Cotijuba, Município de Belém, capital do estado do Pará, Brasil. Cujo objetivo é apresentar uma proposta para implantação de uma UTR que fará o gerenciamento de resíduos sólidos baseados na segregação no local e sua a correta destinação final dos resíduos orgânicos.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos Sólidos, Reciclagem, Tratamento, Compostagem, UTR.

ABSTRACT: This document will focus on a case study on the problem of waste management in an island area on the island of Cotijuba, Municipality of Belém, capital of the state of Pará, Brazil. Whose objective is to present a proposal for the implementation of a UTR that will manage solid waste based on on-site segregation and its correct final disposal of organic waste.

KEYWORDS: Solid Waste, Recycling, Treatment, Composting.

1 | INTRODUÇÃO

A destinação final dos resíduos sólido urbanos no Brasil não avançou muito na última década apesar do Plano Nacional de Resíduos Sólidos Urbanos, atualmente o Brasil ainda dispõe de mais de 5.000 lixões em atividade, principalmente em municípios com menos de 50.000 habitantes que hoje representam cerca de 70% das cidades no Brasil, os gastos municipais com a limpeza pública consomem entre 6 e 12% do orçamento municipal, com a crise instalada no Brasil a partir de 2012. (IBGE, 2010). Apesar do PNRS (Plano Nacional dos Resíduos Sólidos e a Lei nº 12.305 foi observado que muitos municípios ainda não fecharam seus lixões causando uma série de danos ao meio ambiente através da poluição do solo, ar e água através da percolação do chorume (efluente da decomposição da matéria orgânica) pelo lençol freático, impactando a saúde da população. Com a diminuição do FPM e outras receitas, o corte no orçamento atingiu em cheio a limpeza pública. Uma das medidas para mitigar esse problema da disposição final dos resíduos é a mudança na metodologia de tratamento dos resíduos, aterramento por compostagem aeróbica, principalmente nos municípios com populações até 50.000 habitantes onde é viável a implantação de composteiras com tecnologia de baixo custo.

A compostagem é um processo natural

de decomposição da matéria orgânica de origem animal ou vegetal que pode ser realizada de forma artesanal com baixo custo e com tecnologia acessível. Esse processo é uma importante forma de tratamento e destinação final adequada de resíduos sólidos urbanos principalmente em onde não é possível o aterramento sanitário adequado ou outras tecnologias de tratamento de alto custo.

A compostagem pode ser um processo de grande importância econômica, pois resíduos como esterco dos animais, palhas, folhas de árvores e outros resíduos orgânicos são reciclados através de técnicas simples, onde são transformados em um composto orgânico. Podendo ser aplicado no solo após análise para melhorar suas características, sem ocasionar riscos ao meio ambiente.

O processo de compostagem pode ser aeróbico ou anaeróbico envolve transformações muito complexas de natureza física, biológica e química, promovidas por microrganismos como fungos e bactérias que vivem no meio ambiente. Esses organismos obtêm, a partir da degradação da matéria orgânica, o carbono e os demais nutrientes minerais, necessários para a sua sobrevivência. Nesta transformação complexa os microrganismos também necessitam de condições ideais de temperatura, umidade, disponibilidade de CO₂ e O₂. Durante o processo de compostagem aeróbica estes microrganismos provenientes do solo e dos resíduos orgânicos, liberam substâncias e compostos com propriedades que melhoram o rendimento do produto final. Dependendo do tipo de resíduos compostado este substrato pode ser utilizado como estruturador de solo, adubo para culturas agrícolas, através do fornecimento de nutrientes às plantas, como também, promovem a melhoria das condições químicas, físicas e biológicas do solo. (KIEHL, 1985).

A técnica da compostagem é desenvolvida com a finalidade de acelerar com qualidade a estabilização da matéria orgânica. O composto é indicado para arborização urbana, reflorestamento, floricultura, oleicultura dentre outras. Também como aglomerado na construção civil na fabricação de tijolos de solo cimento ou como constituinte de argamassas.

2 | JUSTIFICATIVA

Atualmente todo o lixo produzido na ilha de Cotijuba é encaminhado ao aterro de Mirituba a custos altíssimos, haja vista todo o lixo orgânico e inorgânico é enviado para o continente. Esse trabalho se justifica no sentido de propor a implantação de uma UTR que visa diminuir os custos de coleta, tratar a matéria orgânica de forma sanitária adequada, produzir composto orgânico para a produção de mudas da mata amazônica, gerando trabalho e renda. A partir da elaboração de um diagnóstico da situação atual dos resíduos da Ilha de Cotijuba abordando sua gestão e seus serviços e assim ter fundamentos teóricos e técnicos para dimensionar uma UTR para fazer face a compostagem dos resíduos orgânicos da Ilha de Cotijuba no Pará.

3 | OBJETIVO GERAL E ESPECÍFICOS

De forma Geral, esse trabalho se dispões à **Elaboração de uma Proposta para Implantação de uma UTRs – Unidade de Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos na Ilha de Cotijuba, Belém do Pará**. Numa parceria entre a associação dos catadores e a Prefeitura Municipal.

Especificamente: Diagnosticar a situação operacional dos serviços de limpeza pública da Ilha de Cotijuba, no Município de Belém, estado do Pará; Analisar as áreas de transbordo; a gestão dos resíduos na ilha, o acondicionamento, o transporte dos resíduos para o continente. E propor a implantação da unidade de Tratamento de Resíduos Sólidos Domiciliares em Cotijuba.

4 | METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS EMPREGADOS

A execução do presente trabalho basear-se-á nas diretrizes e recomendações contidas na ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 13752/19966 e NBR 10004, sem prejuízo à consulta a outras bibliografias e a outros dispositivos complementares legais e regulamentares.

Será realizado um levantamento da real situação da gestão dos resíduos sólidos na ilha de Cotijuba, através da realização de entrevistas com o gestor, garis, moradores. Será levantado o número de habitantes, de equipamentos, capacidade instalada, recursos humanos. Realizado a composição gravimétrica, mensurado o volume de resíduos diário e dimensionado as instalações. MMA (2010) e Pinto e Villada (2015). Será realizada a identificação de um local para a implantação de uma UTR e elaborado um projeto de engenharia da unidade.

5 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Métodos e Materiais

5.1.1 Caracterização do Objeto

Segundo Amaral *et al* (2017), a Amazônia caracterizou-se por um processo de ocupação insular, onde houve a conciliação de sua exuberante vegetação e uma densa rede hídrica, assim formou-se cidades e vilas ribeirinhas. A origem de Belém, capital do Pará, não foi diferente. Fundada em 1616, com localização estratégica, o que garantia a defesa e o controle do território do ponto de vista comercial.

Na entrada do 3º milênio, O município de Belém possui cerca de 1.279.861 habitantes (CENSO 2000/IBGE) é formada por terras no continente e uma porção insular composta por 39 ilhas, dentre elas a Ilha de Cotijuba, que possui uma população aproximada de 13.000 habitantes (dados CELPA). A Ilha, situa-se na porção oeste do município e faz parte

da região metropolitana de Belém, localiza-se as margens da Baía do Marajó. Dispõe de uma área de 60 km² de extensão, 12 praias de água doce que se estendem por 15km.

A palavra Cotijuba em Tupinambá, significa, (coti=trilha, caminho; e juba=amarelo, dourado), em alusão aos reflexos produzidos pela lua nos caminhos argilosos de coloração amarela”, nome dado pelos habitantes do período pré-cabraliano. O acesso à ilha de Cotijuba é possível por meio de embarcações que saem do continente, com percurso em torno de 45 minutos.

A localidade dista 22 quilômetros da costa. Segundo dados do IBGE (2010), tem uma economia baseada na agricultura de subsistência, pesca e turismo. Possuindo ainda pequenos comércio e serviços dirigidos a população local e aos turistas. Possui três escolas municipais duas escolas estaduais. Um posto de saúde e equipes do PSF. Com a instalação da APA e o incremento da população e do turismo na década de 1990, uma linha hidroviária de transporte para atendimento dos visitantes e dos moradores da ilha, entrou em funcionamento diário. (Foto 01).

No início da mesma década a prefeitura foi motivada devido as reclamações dos ilhéus e turistas a implantar um serviço mais eficiente de limpeza pública na ilha, que se perpetua de forma intuitiva e amadora até hoje.



Figura 01- Visão do Litoral

Fonte: o Autor

Quanto aos Localizada na RMB (Região Metropolitana de Belém na Latitude: 1° 13' (1,2167°) sul, Longitude: 48° 32' (48,5333°) oeste, Altitude: 29 metros (95 pés). A ilha possui 15.807.170,30 metros quadrados. O clima é quente e úmido com precipitação média

anual alcançando os 2.834 mm. A temperatura média é de 25 C em fevereiro e 26 C em novembro.

5.1.2 *Conceitos, Classificação, Tipologias dos Resíduos e Tratamento*

O homem vem convivendo com o lixo, conhecido tecnicamente também como resíduos sólidos desde a época das cavernas, predominantemente orgânico como; proteína animal, folhas, grãos e frutos, quanto de caráter inorgânico, como comprovam os arqueólogos que encontraram restos de ossos de animais mineralizados que eram degustados pelo homo sapiens, pontas de lanças, pequenas ferramentas de pedra polida perdidas ao longo dos milhares de anos.

Com o desenvolvimento de novos hábitos culturais tais como: a construção de moradias, domesticação de animais, cultivo de alimentos, além de se fixar de forma permanente em um local. A produção de lixo conseqüentemente foi aumentando, mas ainda não se constituía um grande problema, pois nas aldeias os resíduos eram lançados a céu aberto adjacente a moradia. Porém inicia-se os cuidados nas cidades antigas como Athenas, Roma, Bagdá, o lixo teve que ser afastado, geralmente transportado além muros, por escravos, devido ao mau cheiro e a proliferação de doenças.

Segundo Azevedo Netto (1991), os restos inservíveis começaram a causar medo no homem, a partir do momento em que foram sendo associados ao seu sofrimento físico e psíquico. Esse sofrimento ficou bem marcado na ocasião do surto manifestado pelas epidemias e pandemias de algumas doenças na Idade Média, mais precisamente pela peste negra no continente europeu durante o século XIV que ceifou 50 milhões de vida.

Ainda segundo Azevedo Netto (1991), o lixo é constituído por uma multiciplidade de materiais. Se diferencia por suas características, físicas, químicas e biológicas em quantidade e qualidade de região para região, da sua produção, das estações do ano. Os hábitos da população, seu nível de vida e educação são outros fatores importantes. E são divididos em dois grupos: 1. Materiais putrescíveis resultado da prática e atividades como transformação e o processamento de alimentos e sobras de hortifrutis. E o grupo 2, materiais não putrescíveis compreendendo, papel, ferro, plástico, tecido, metais, borracha, dentre outros.

O professor Lima (2004), autor do projeto de remediação do lixão de Aurá em Belém e estudioso da biorremediação conceitua lixo como “todo e qualquer resíduo resultante das atividades do homem na sociedade” E afirma que a poluição ambiental ocorre como esse indivíduo descarta esses resíduos sólidos e substâncias sem tratamento sanitário adequado no meio ambiente.

Para Braga *et al* (2007,p122) os resíduos sólidos de uma área urbana são uma mistura de resíduos produzidos nas residências, comércios e serviços, nas atividades públicas, na preparação de alimentos, no desempenho de funções profissionais, na varrição

e roçagem de logradouros, além dos resíduos especiais de portos, aeroportos e médico-hospitalares, como também dos processos de industrialização.

E mais recentemente a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, criada pela Lei nº 12.305, de 2010 e regulamentada pelo Decreto nº 7.404, de 2010, criou como um dos seus principais instrumentos o Plano Nacional de Resíduos Sólidos que tem vigência por prazo indeterminado e horizonte de 20 (vinte) anos, com atualização a cada 04 quatro anos.

Resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. (PNRS, pag 9, 2011).

O PNRS, no que concerne a classificação categoriza os resíduos sólidos quanto: aos riscos potenciais de contaminação do meio ambiente; quanto à natureza ou origem; quanto a tipologia; quanto a composição química e quanto a periculosidade.

Quanto a **origem** os resíduos podem ser de origem residencial, comercial, construção civil, industrial, público, agrícola, hospitalar ou de estabelecimentos de saúde, mineração e especiais (portos, aeroportos, radioativos).

Quanto ao **tipo** pode ser classificado como os de Resíduo Reciclável (papel, plástico, metal, alumínio, vidro, etc) e Resíduo Não Reciclável ou Rejeito: tudo que não pode ser reciclado ou resíduos recicláveis contaminados.

De acordo com a **composição química** – Orgânicos e Inorgânicos. Os orgânicos são restos de alimentos, folhas, grama, animais mortos, esterco, papel, madeira, entre outros. Alguns dos compostos orgânicos podem ser tóxicos. Eles são divididos em: “Poluentes Orgânicos Persistentes” (POP) e “Poluentes Orgânicos Não Persistentes” e os inorgânicos: são vidros, metais, plásticos, borrachas e entulhos de construção civil.

E finalmente quanto a **periculosidade**, a classificação de resíduos foi definida pela ABNT na norma NBR 10004/04 da seguinte forma:

Classe I: Resíduos Perigosos possuem características que podem apresentar riscos para as pessoas ou para o meio ambiente. E apresentam as seguintes características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e/ou patogenicidade (capacidade de causar doenças). Na norma, estão definidos os critérios que devem ser observados em ensaios de laboratório para a correta classificação de resíduos deste nível. Quando recebem esta classificação, estes resíduos requerem cuidados especiais de destinação.

Resíduos Não Perigosos (Classe II): estes não apresentam nenhuma das características acima e podem ser classificados em dois subtipos:

Classe II A – não inertes: são aqueles que não se enquadram na Classe I e nem na Classe II B. Geralmente, apresenta alguma dessas características: biodegradabilidade,

combustibilidade e solubilidade em água.

Classe II B – inertes: quando submetidos ao contato com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, com exceção da cor, turbidez, dureza e sabor. NBR 10004/04.

Para combater essa atividade deletéria dos resíduos sólidos sobre a saúde do homem, a disposição e a destinação final adequadas é uma diretriz definida pelo Manual de Saneamento do Ministério da Saúde e do PNRS 2010, se baseiam na gestão dos resíduos iniciando o seu protocolo pelo acondicionamento e segregação na fonte de acordo com a tipologia e composição química. A partir do acondicionamento se volta para a coleta e o transporte desses resíduos, composto de frequência e tipologia de veículos. E finalmente aborda as questões do destino final do lixo: aterramento e tratamento.

Segundo Braga *et al* (2005), lamentavelmente muitas cidades ainda não atentaram para a problemática da destinação final do lixo e ainda continuam lançando seu lixo em áreas baldias. Essa prática praticada por mais de 50% dos municípios brasileiros acarreta aumento nas doenças, porta aberta para epidemias e estimula a catação, com todos os enormes problemas sociais correlatos e propicia impactos ambientais nas suas mais variadas formas. O autor afirma que o combate desse tipo de poluição pode ser feito de várias maneiras dependerá de vários condicionantes, dentre eles o clima, o volume, os recursos e o acesso à tecnologia de tratamento.

Lima (2004) preconiza que existem várias tecnologias de tratamento e aponta algumas soluções para a destinação final e tratamento de resíduos que são: vazadouro ou disposição a céu aberto e aterro controlado, sendo estas não indicadas, haja visto não tratar os resíduos. Como também o aterro, aterro de inertes, compostagem, incineração, pirólise, reciclagem, logística reversa, dentre outras alternativas.

O **vazadouro** a céu aberto, lixão ou aterro comum é ainda executada por muitos municípios no Brasil, segundo a ABES (Associação Brasileira de Engenharia Sanitária), é uma alternativa totalmente inadequada, nessas áreas se verifica uma série de impactos ambientais causados pela queima do lixo subindo para atmosfera ou a formação de chorume, líquido ácido de pH baixo, altamente poluente originário da decomposição da massa de lixo, que precipita pelos vazios do lixo percolando para o solo e cursos hídricos. (MOTA, 1997).

Os **aterros controlados** se diferem dos aterros sanitários na medida que neste último, não necessariamente há coleta e tratamento do chorume, assim como da drenagem e queima do biogás. O chorume fica localizado em uma manta líquida na base do aterro ou migra de forma espontânea para o solo. Muito utilizado em cidades médias pelo baixo custo. No mais, o aterro controlado deve ser construído e operado exatamente como um aterro sanitário. (LIMA, 2004).

Os **Aterros Sanitários** segundo a CETESB (1997), Companhia de Tecnologia e

Saneamento Básico (depois ambiental), o aterro sanitário é definido como um processo utilizado para a disposição de resíduos sólidos no solo, particularmente o lixo domiciliar, que fundamentado em critérios de engenharia e normas operacionais específicas, permitem uma confinamento segura, em termos de controle e poluição ambiental e proteção ao meio ambiente.

As vantagens do aterro sanitário são inúmeras; baixo custo, disposição sanitária adequada, grande capacidade de absorção diária, indicada para grandes municípios e boas condições de decomposição biológica. As desvantagens; grandes áreas próximas a centros urbanos, possibilidade de poluição das águas subterrâneas, formação de gases nocivos e oneroso para pequenos municípios.

Os **aterros industriais** podem ser classificados nas classes I, II ou III, conforme a periculosidade dos resíduos a serem dispostos, ou seja, os aterros Classe I podem receber resíduos industriais perigosos; os Classe II, resíduos não-inertes; e os Classe III, somente resíduos inertes. Qualquer que seja o aterro destinado a resíduos industriais deverá impermeabilizar seu leito para evitar a contaminação do solo pelo chorume e tratado em sistemas de lagoa. (rcrambiental.com.br/2020).

As **Unidades de Tratamentos de Resíduos e/ou composteiras** são uma forma de triagem e tratamento através do processo de compostagem. Essa tipologia prevê a instalação de um galpão para a separação (triagem) manual dos resíduos, usualmente realizada em mesas fixas ou esteiras rolantes, nesse processo é segregado os resíduos, o lixo orgânico transforma-se em composto.

O professor da UFV, Tinoco (2007), define compostagem como o processo natural de decomposição biológica de materiais orgânicos (aqueles que possuem carbono em sua estrutura), de origem animal e vegetal, pela ação de microrganismos, derivando em um composto rico em carbono, nitrogênio e outros minerais. Sendo uma técnica utilizada para se obter mais rapidamente e em melhores condições a desejada estabilização da matéria orgânica.

A **vermicompostagem**, na mesma linha da compostagem outro processo conduzido pela decomposição é a vermicompostagem que utiliza as minhocas para digerir a matéria orgânica, provocando sua degradação, melhorando a aeração e a drenagem do material em etapa de maturação As minhocas são vermes, de modo que o processo de compostagem com a sua utilização vem sendo referido em inglês como “vermicomposting”, originando em português o neologismo vermicompostagem ou vermicultura (BIDONE & POVINELLI, 1999).

A **coleta seletiva** consiste em separar o lixo orgânico dos materiais recicláveis. Estes últimos são vendidos a empresas ou cooperativas que os reciclam. Desta forma, estes materiais podem voltar à cadeia produtiva, gerando emprego e renda para todos que atuam no processo.

A coleta seletiva estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos:

azul (papel e papelão), vermelho (plástico), verde (vidro), amarelo (metal), marrom (resíduos orgânicos), preto (madeira), roxo (resíduos radioativos), laranja (resíduos perigosos), branco (resíduos ambulatoriais e de serviço de saúde), cinza (resíduo geral não reciclável ou misturado, ou contaminado não passível de separação). A reciclagem é a melhor solução para o lixo, reduzindo a sobrecarga nos aterros. (CONAMA, 2001).

Segundo o MMA (Ministério do Meio Ambiente), **incineração** é a transformação da maior parte dos resíduos em gases, através da queima em altas temperaturas (acima de 900° C), em um ambiente rico em oxigênio, por um período pré-determinado, transformando os resíduos em material inerte e diminuindo sua massa e volume.

Entende-se por **coprocessamento** a realização da queima dos resíduos industriais através de forno apropriado, onde se promove o reaproveitamento de grandes quantidades de resíduos industriais como fonte de energia ou matéria-prima, sem geração de passivos ambientais em aterros sanitários.

O coprocessamento tem capacidade em fornecer um reaproveitamento eficiente de energia em que o material fornecido é capaz de substituir o combustível, além de oferecer um reaproveitamento direcionado a substituir uma matéria-prima, em que o resíduo coprocessado precisa ter características que se assemelhem a ela, como o reaproveitamento do resíduo na indústria cimenteira, sem qualquer alteração na qualidade do produto final.

A **Pirólise** é um processo onde a matéria orgânica é decomposta após ser submetida a condições de altas temperaturas e ambiente desprovido de oxigênio. Apesar de sua definição esclarecer a necessidade da inexistência de oxigênio, vários processos ocorrem com uma pequena quantidade dele. O processo é endotérmico, logo é necessário que exista bastante fornecimento externo de calor para acontecer o êxito da reação. No reator pirólítico, a matéria orgânica passa por uma série de etapas. (<https://www.infoescola.com/>).

Ciclo de vida dos produtos e a logística reversa entre outros princípios e instrumentos introduzidos pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, e seu regulamento, Decreto Nº 7.404 de 23 de dezembro de 2010, destacam-se a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e a logística reversa.

Nos termos da PNRS, a **responsabilidade compartilhada** pelo ciclo de vida dos produtos é o “conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos.

5.2 Diagnóstico dos Serviços de Limpeza Pública

Na primeira visita realizada no dia 06/06/2019, foi analisado junto com o gerente de

campo o Sr. Turú os serviços de coleta de resíduos sólidos urbanos, varrição, capinação e abertura de valas para drenagem, como também o acondicionamento dos resíduos no barco para transferência em percurso morto para o continente e posterior destinação a o aterro de Marituba.

Os serviços são executados seguindo dois roteiros definidos pelo DRES (Departamento de Resíduos Sólidos) com frequência alternada. O 1º Roteiro Centro e Farol e o 2º Roteiro Praias e Avenida Magalhães Barata e travessas.

Segundo relatório da DRES, os serviços adotados na Ilha de Cotijuba, são: Coleta domiciliar e transporte de resíduos, remoção de volumosos, capinação e varrição, além do transporte dos resíduos para o continente. Dependendo da necessidade e de alocação de recursos outras tarefas são outorgadas tais como: roçagem de terrenos baldios, auxílio no controle de pragas (desratização), com agentes de saúde e manutenção das estradas com roçagem das margens e pintura de meio fio da avenida pavimentada.

Quanto aos recursos humanos a equipe da DRES é composta por um chefe de divisão e 03 agentes de serviços urbanos na fiscalização e supervisão e a equipe de campo composta por 18 garis. Possui como suporte: dois tratores, duas carroças com engate, lutocares, carros de mão e ferramental apropriado.

Descrição	Serviços	Quantidade
Mão de Obras	Coleta Domiciliar	10
	Varrição e Capinação	03
	Limpeza de Praia (Coletores do Litoral)	03
	Operadores de Trator	02
TOTAL		18

Tabela 01 Recursos Humanos operando o sistema da Ilha de Cotijuba.

Fonte: O Autor

Os resíduos domiciliares produzidos pela população são acondicionados em sacos plásticos, fechados e fixados defronte à residência. Na Avenida Central existem contêineres de plásticos rígidos de 200 e 1500 litros que são utilizados tanto pelos garis quanto pela população para acondicionar o lixo público e parte da coleta domiciliar. (Figura 02).

O acondicionamento dos resíduos do estabelecimento de saúde é acondicionado em sacos e recolhidos pela coleta e transportados no mesmo veículo até a área de transbordo no porto de serviço.



Figura 02- Aspectos do Serviço de Limpeza Pública

Fonte: o Autor

Foi observado que também são distribuídos pela ilha alguns coletores (Bombonas) de 60 litros. No comércio foi identificado que comerciantes dispõem de Baldes como recipientes.



Figura 03- Transporte das Bombonas de 200 litros

Fonte: o Autor

O Transporte dos resíduos da coleta domiciliar é feito em carroça de madeira puxada por trator. São dois equipamentos o primeiro com capacidade de 3.00 metros cúbicos utilizado para lixo solto. E o segundo utilizado no transporte das bombonas com capacidade para 32 bombonas de 60 litros. Aproximadamente 2.000 litros, como podemos observar na Figura 02.

Atualmente, antes de ir para o transbordo do porto de serviços, os resíduos após a coleta (por não haver área adequada para segregação) são levados há uma área de

transbordo no interior da ilha, base rural, que fica afastada do centro da vila em área predominantemente rural cercada por palmeiras de açaí formando uma cortina vegetal, são catados e segregados e são acondicionados em recipientes de plásticos e bags de 100 e 200 litros.

Neste local a associação de catadoras da ilha faz uma pré-seleção de materiais mais valorizados como vidro e metal. Após esta segregação elas acondicionam o restante dos materiais em toneis de 200 litros que paulatinamente são transportados para o barco para viagens ao continente nas terças, quintas e sábados e levados para o Porto Brito.

De antemão o material reciclado é cadastrado pelas catadoras e se destina as recicladoras previamente contatadas pela associação e o restante dos resíduos transportados para o aterro de Marituba através de compactador.

No que se refere a gestão dos resíduos na ilha nas rotinas de serviços, observou-se certa negligência na operação dos serviços de Limpeza Pública, com inconsistência na coleta com sacos esquecidos, restos de lixo no chão após a passagem do veículo, caracterizando falta de treinamento de pessoal e falta de educação ambiental da população. Também foi presenciado durante a vistoria em Cotijuba alguns pontos e/ou focos de lixo espalhados por diversas travessas e terrenos baldios.

Ainda se notou descuido da gestão dos resíduos do processo de segregação executada pelas trapeiras da ilha. No que concerne ao material reciclado notou-se que fica exposto a céu aberto, sem definição de baias e sem controle.

Foi notado no porto de serviço, na área de transbordo há ocorrência de moscas, identificou-se ratos mortos na localidade e muito material inservível espalhado, não combinando com o a chegada de víveres, o mal cheiro do local é devido a matéria orgânica em decomposição e anaerobiose.

Todos os resíduos oriundos da poda de vegetação urbana e de quintais e também da capina e roçagem são encaminhados para a base rural de transbordo, onde deixam o material secar e se incorporar no terreno.

Quanto aos resíduos oriundos da coleta domiciliar e do estabelecimento de saúde da ilha de Cotijuba é transportado via fluvial em trecho de 45 minutos pelo rio Guamá numa frequência alternada nos dias de terça, quinta e sábado.

Esse resíduo é levado para o continente em um barco fretado “Canaã de Cotijuba”, cada viagem leva cerca de 5 toneladas de resíduos. Disposto em depósitos de 200 litros são encaminhados a estação de transbordo no continente, no porto de Brito, onde os resíduos de outras ilhas são segregados e despachados em caminhões para o aterro Sanitário de Mirituba.

5.3 Dimensionamento dos Resíduos Sólidos Urbanos de Cotijuba

Pelos dados do IBGE 2010, a população de Cotijuba é de 8.000 habitantes, porém os dados mais recentes corroborados com a companhia de energia essa população subiu

para 13.000 habitantes.

De acordo com Lima (1994), o dimensionamento pode ser feito a partir de duas metodologias *in loco*, com aferição do peso e composição gravimétrica ou ainda para efeito de planejamento utilizar parâmetros definidos pela ABES (Associação Brasileira de Engenharia Sanitária)

Segundo Obladen (2004), muitos técnicos consideram de 0,4 a 0,7 kg/ hab/dia como a faixa de variação média para o Brasil, podendo, conforme Bezerra (2000), chegar em até 2,5 kg/ hab/dia, dependendo de aspectos intrínsecos de uma sociedade, tais como: hábitos e padrão de vida, períodos econômicos, clima e estações do ano. No estudo, a geração per capita de resíduos urbanos de Cotijuba foi encontrada utilizando os dados expostos na Tabela 2.

Primeiramente, foi registrado através da coleta de dados junto a prefeitura, o volume de lixo encaminhado ao aterro de Marituba ao longo de uma semana inteira de trabalho (segunda a sábado), sendo, então, calculado o peso total do lixo acumulado, aplicando o valor do peso específico determinado anteriormente, considerando-se como 100% o percentual da população atendida pelo serviço de coleta.

A partir de então encontrou-se, finalmente, a taxa de geração per capita, dividindo-se o peso do lixo pela população atendida, replicando-se a metodologia para a ilha de Cotijuba, utilizando parâmetros do IBGE (2010).

Foi considerando para uma população predominantemente de classe C, com uma produção *percapita* de 700 gramas por habitante, utilizando parâmetros de saneamento do IBGE e IBAM que define as seguintes faixas encontradas: Cidades Médias com até 500.000 hab: 0,500 a 0,800 kg/hab/dia;

Fazendo a média dos resíduos coletados durante uma semana foi encontrada uma produção de 9.1 toneladas de resíduos diários confirmando informações coletadas na PM. Sendo conforme estudo gravimétrico 62% de matéria orgânica.

Segundo o Manual de Implantação de Compostagem da UEL (2010), e MMA (2010) e Pinto e Villada (2015), os dimensionamentos das UTRs e de compostagem devem estar baseados em critérios de implantação e geração de resíduos sólidos urbanos.

TIPO DE LIXO (BELÉM)		COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA	
		COMPONENTES	% PESO (BASE ÚMIDA)
Lixo Público	43,73%	Matéria Orgânica	58
Lixo domiciliar	33,75%	Papel e Papelão	14
Lixo de Feiras e mercados	3,67%	Plásticos finos e grossos	18
Lixo Industrial e Comercial	0,45%	Metais	2
Lixo Hospitalar	0,38%	Têxteis, couro e borracha	4
Outros	18,02%	Vidro, terra e pedra	2
		Madeira	1
		Outros	1
TOTAL	100%	TOTAL	100

Tabela 2. ABES, Prefeitura de Belém. (2008)

Fonte: o Autor

No tocante ao dimensionamento dos Resíduos de Cotijuba, utilizando os parâmetros estabelecidos no item 5.3, preconizado por Obladen (2004), baseado para uma população insular estimada de 13.000 habitantes e geração *percapta* de resíduos fica entorno de 0.700 kg/hab/dia, (IBAM/BRENCORP) e fundamentada na composição gravimétrica feita na ilha, foi mensurada uma geração de resíduos sólidos urbanos em Cotijuba de 9.10 (9.100,00 quilos/diários) Toneladas aproximadamente.

É importante ressaltar para pesquisa que conforme a metodologia indica a composição gravimétrica foi feita em dia de sol, no verão em uma terça feira dia 07 de janeiro de 2020.

Dessa forma, se estabeleceu, com percentuais de 59% de M.O. (Matéria Orgânica), semelhante a tabela 2 da prefeitura de Belém (2008), obtendo-se 5,35 Toneladas de M.O. (matéria orgânica). Para os resíduos da reciclagem, antes da catação, percentuais de 38% perfazendo 3.45 Toneladas. O restante 3 % (três por cento), estão distribuídos, perfazendo 0.29 Tonelada, distribuídos em rejeito e material inerte.

5.4 Considerações sobre a definição da tipologia de tratamento.

Definida de acordo com recomendações da MMA (2010), a **tipologia de tratamento** e disposição final sendo uma **UTR/Composteira**.

UNIDADE DE TRIAGEM E TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	ZONEAMENTO
ÁREA DE APOIO	Escritório, Vestiários, Copa, Almoarifado, depósito de Ferramentas, DML, Laboratório
AREA DE TRIAGEM	Recepção, mesa de separação, pesagem, trituração
AREA DE ARMAZENAMENTO	Baias de Reciclados, Armazém de Composto
ÁREA DE COMPOSTAGEM	Pátio de Compostagem
ÁREA DE REJEITO/INERTES	Aterro
ÁREA DE VERDE	Horta, Jardins, sementeira

Quadro 01. Zoneamento

Fonte: o Autor

PROGRAMA DE NECESSIDADES DE UMA UTTR	Zonas	ÁREAS M2
Escritório	Administração	4,00
Vestiários/Banheiros		6,00
Copa		4,00
Laboratório		6,00
Depósito Geral - Ferramentas		4,00
Almoxarifado		4,00
Depósito de Material de Limpeza - DML		2,00
Baias de Reciclados	Reciclagem	50,00
Triturador e Prensagem		20,00
Galpão de Compostagem - Pátio	Compostagem	1600,00
Armazenamento de Composto		20,00
Recepção de resíduos	Triagem e Segregação	30,00
Segregação de resíduos e pre armazenagem		50,00
Jardins e Sementeira	Paisagismo	200,00
TOTAL		2.000,00

Quadro 2. Programa de Necessidades

Fonte: o Autor

5.5 Dimensionamento da Leira e do Pátio de Compostagem

Com o programa de necessidades sugeridos pelo Guia de Compostagem e as áreas mínimas dos componentes, segundo Pinto e Villada (2015), parte-se para o dimensionamento do pátio segundo a metodologia de MMA (2010), apoiados em Pinto e Villada (2015).

A compostagem natural consiste na disposição dos resíduos em leiras, em pátio impermeabilizado, com aeração por reviramento das leiras, manualmente ou com auxílio de máquinas – podem ser retroescavadeiras ou reviradeiras de leira. Por esta razão, as unidades são limitadas a processamento inferior a 100 toneladas por dia, segundo MMA (2010).

Cada unidade deve dispor de um pátio dimensionado para um tempo de maturação do composto de 90/120 dias; variando de acordo com o processo escolhido e as condições climáticas; tamanho das leiras pode variar em função das condições de processamento.

Ainda segundo o MMA (2010), cada unidade deve dispor de um pátio dimensionado para um tempo de maturação do composto de 90 a 120 dias; o tamanho do pátio e das leiras pode variar em função das condições de processo de reviramento manual ou mecânico.

As leiras podem chegar a ter até 2,0 metros de altura. Entretanto, para melhor aeração dos resíduos, deve-se evitar leiras muito altas, pois os resíduos da base são compactados e a aeração fica comprometida, para reviramento manual sugere-se leiras não muito altas variando entre 1.20 e 1.50 devido a ergonomia, ficando definida a altura de 1.5 m.

Para se calcular o tamanho de uma leira, alguns parâmetros devem ser arbitrados. Neste caso, os resíduos podem ser dispostos em leiras de 1,5 metros de largura por 1,5 metros de altura e 2.0 metros de comprimento. Com áreas de reviramento, funcionando também como área de circulação

Admitindo-se essa leira com seção aproximadamente triangular, altura de 1,5 m e 1,5 m de largura e 2.0 metros de comprimento, calcula-se a área da leira:

$$\text{Área da seção} = (1,5 \times 2,0) = 3,00 \text{ m}^2 \text{ (Pilha ergométrica)}$$

$$\text{Volume da leira (V)} = (B \times H / 2) \times 3,00 \times 1,50 \text{ m} / 2 = 2,25 \text{ m}^3$$

Admitindo-se a densidade dos resíduos orgânicos como 525 kg/m³, (BATIROLLA *et al*, 1998), a massa da leira pode ser calculada em:

$$\text{Massa da leira (V)} = 2,25 \text{ m}^3 \times 525 \text{ kg/m}^3 = 1,2 \text{ Tonelada (D=M/V)}$$

Definido o tamanho da base da leira, obedecendo parâmetros antropométricos e ergométricos de acordo com a NR 18, a base da Leira será de 1.5 x 2.0 m, sendo o comprimento da leira de 2,00 metro e área de circulação paralela de 1.5 m devido ao processo de reviramento, onde a leira é aberta através do espalhamento horizontal permitindo oxigenar a massa e equilibrar a temperatura da mesma. Somados as circulações perpendiculares de 1.0 metro, necessárias ao reviramento. Perfazendo uma área por leira de 9.00 m².

Para calcular o tamanho do pátio, deve-se considerar uma área equivalente para reviramento da leira (x 2 (reviramento) e mais 50% do total da área de operação para segurança e circulação (9,00m²). Como a compostagem consome até 90 dias, o pátio necessário para a compostagem de 5.35 toneladas de resíduos orgânicos diários (4 leiras) x 90 dias, não considerando a perda de volume final.

Disso resulta que para a compostagem de 4.5 toneladas por dia de matéria orgânica são necessários cerca de 1.700 metros quadrados de pátio, para leiras com essas dimensões:

$$\text{Área de leira} + \text{Área de Circulação e Segurança} = \mathbf{9,00 \text{ m}^2}$$

$$\text{Área de pátio para 90 dias} = 4,00 \text{ leiras} \times 90 \text{ dias} = \mathbf{360 \text{ leiras}}$$

Área de pátio para 360 leiras x 9.0 m² = 3.240,00 m² (sem perda de volume).

Área de pátio final + 3.240 x 0.50% = **1620,00 m²**

Considerando uma redução de volume pela decomposição e perda de umidade, no final após o tratamento de 50% a 60%, de acordo com Kiehl (1985) e Tinoco (2000), o pátio necessário seria entorno de 1.600 m².

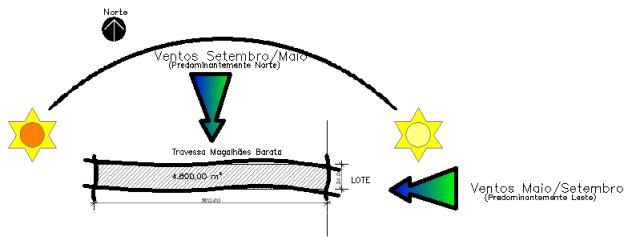


Figura 15. Estudo de Zoneamento da UTRs

Fonte: O Autor

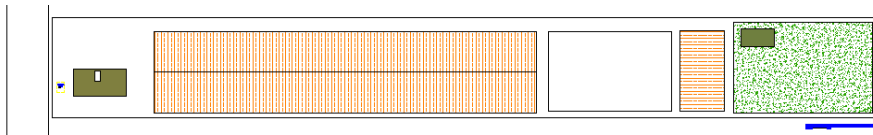


Figura 16. Planta de Localização e Coberta

Fonte: O Autor

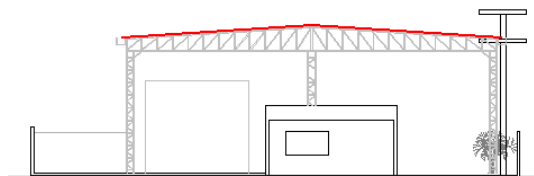


Figura 17. Planta de Fachada

Fonte: O Autor

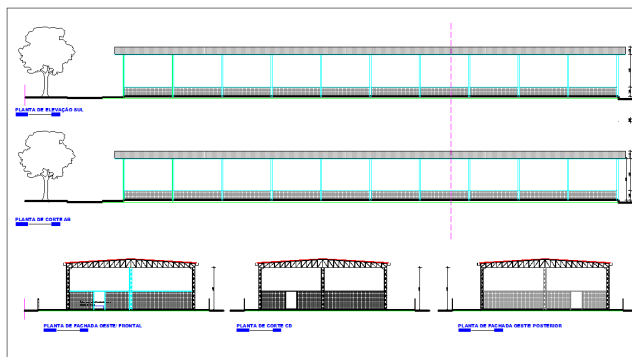


Figura 18. Planta de Fachada

Fonte: O Autor

6 | CONCLUSÃO

Uma UTRs ou usina de compostagem realiza processamento de resíduos, retendo-os por um período de decomposição e cura, em seguida os enviando às áreas de utilização que variam conforme a função. Seu impacto no meio ambiente é muito menor que um aterro sanitário que estoca grandes volumes de resíduos por longos períodos. Bem operada e guardando os critérios técnicos e monitoramento ambiental esta tipologia de tratamento é a melhor opção para um país tropical, sem muito recursos para soluções técnicas mais elaboradas.

A conjectura apresentada baseia-se em algumas metodologias propostas estudadas e sugeridas por diversos professores e técnicos ao longo das últimas três décadas que se debruçaram com vistas para estudar a problemática da gestão e destinação final dos resíduos sólidos urbanos nos seus vários graus e situações.

Se a implantação da UTTR for ambientalmente adequada e apoiada por uma coleta seletiva e um programa social que atenda a população e os recicladores na oferta de trabalho gerando renda alcançará todas as metas estabelecidas pelo PNRS/2010, estabelecidos na Lei nº 12.305.

Aspira-se que esse trabalho contribua com informações relevantes para a sociedade e que sirva de inspiração para desenvolvimento de pesquisas na academia que possam auxiliar os pequenos e médios municípios a solucionarem seus problemas de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos, através de uma tecnologia relativamente simples e de baixo custo.

Almeja-se também que o resultado desse trabalho, obtido através da realização do diagnóstico dos resíduos sólidos, planejamento e projeto de uma UTRs, fortaleça os ilhéus de Cotijuba em sua luta por melhores qualidade de vida e saúde pública. Que essa Unidade de Tratamento possa durante sua operação, decompor os resíduos, reciclando-o

em material orgânico, diminuindo o custo da coleta e produzindo composto para venda e implantação de uma sementeira de mudas nativas da floresta amazônica e auxiliando na educação ambiental.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Compostagem; NBR 13591. São Paulo: ABNT, 1996. p.2.

AQUINO, A. M. Integrando Compostagem e Vermicompostagem na Reciclagem de Resíduos Orgânicos Domésticos. EMBRAPA. Circular técnica. n. 12. 2005.

AZEVEDO NETTO. J. M.; BOTELHO CAMPOS. M. H. Manual de Saneamento das Cidades e Edificações. São Paulo. Pini. 1981. 292p.

BRAGA B; HESPANHOL I; CONEJO J; MIERZWA J. C; BARROS M. T; SPENCER M; PORTO M; NUCCI N; JULIANO N; EIGER S. Introdução a Engenharia Ambiental. São Paulo. Pearson. 2ed. SP. 2005. 318p.

BRASIL. Lei nº 12.305 de 2 de Agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. DF, 2 de Ago. de 2010.

CARNEIRO, Paulo Fernando Norat. Caracterização e avaliação da potencialidade econômica da coleta seletiva e reciclagem dos resíduos sólidos domiciliares gerados nos municípios de Belém e Ananindeua - PA. 2006. 154 f. DERGAN. J. M. B. - UFPA. “Os arredores de ... No roteiro turístico podem estar as Ilhas do Combu, Cotijuba,. Acará, entre outras”. ... da Amazônia da UFPA.

FERNANDES, F.; SILVA, S. M. C. P. da. Manual prático para compostagem de biossólidos. UEL - Universidade Estadual de Londrina. Londrina PR. 1996.

MONTEIRO et al IBAM - INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL. Manual de Gestão integrada de resíduos sólidos: Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO de Geografia e Estatística – IBGE. Pesquisa nacional de saneamento básico 2000. Disponível em: . Acesso em: 15 abr. 2020.

LIMA. L. M. Q. Lixo R Tratamento e biorremediação. Ed Hemus SP. 2004. 265p.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Manual de Saneamento. FNS, DEOPE, Brasília,1994,265p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Guia para Elaboração de Planos de Gestão dos Resíduos Sólidos. Brasil, 2011.

MOTA, SUETÔNIO. Introdução à Engenharia Ambienta. Rio de Janeiro. ABES. 1997. 292p.

OBLADEN, N. L. Curso de aterro sanitário para resíduos sólidos urbanos. Maringá: Centralcon, 2004

PEREIRA NETO, J. T., 1996: Manual de Compostagem. Belo Horizonte – UNICEF – 56 p.

PINTO P; VILLADA L. A. S; Guia de Compostagem, Brasília: WWF-Brasil, 2015.

KIEHL, E. J. Manual de Compostagem: maturação e qualidade do composto. Piracicaba. SP. 1998.

KIEHL, E. J. Fertilizantes orgânicos. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1985. 492p.

TEIXEIRA, L.B. et al. Processo de compostagem, a partir de lixo orgânico urbano, em leira estática com ventilação natural. Belém: Embrapa, 200p.

RUSSO, M. Rota Tecnológica dos Resíduos Biodegradáveis. 1º Seminário projeto BNDES – FADE: Recife, 5 a 7 de setembro de 2011. Disponível em: . Acesso em: mar. 2015.

O USO DA TÉCNICA DA GRAVIMETRIA EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR COMO FERRAMENTA DE APOIO A POLÍTICAS AMBIENTAIS

Data de aceite: 03/08/2020

Data de submissão: 03/06/2020

Armando Dias Duarte

Universidade Federal de Pernambuco
Caruaru-PE
<http://lattes.cnpq.br/5704187021277285>

Paulo Sérgio da Silva Pinheiro

Faculdade do Belo Jardim
Belo Jardim-PE
<http://lattes.cnpq.br/4309047796768727>

Flávio José Cordeiro de Andrade Filho

Faculdade do Belo Jardim
Belo Jardim-PE
<http://lattes.cnpq.br/7497342182999972>

Jefferson Carlos de Oliveira Ribeiro Costa

Faculdade do Belo Jardim
Belo Jardim-PE
<http://lattes.cnpq.br/6411337258532071>

Thayse Diniz Pedrosa

Universidade Federal de Pernambuco
Caruaru-PE
<http://lattes.cnpq.br/4518857230591561>

José Floro de Arruda Neto

Universidade Federal de Pernambuco
Caruaru-PE
<http://lattes.cnpq.br/3025059926483138>

RESUMO: Os Resíduos Sólidos Urbanos se apresentam como uma das grandes preocupações ambientais para a sociedade, bem

como a destinação correta. Para uma boa gestão, o uso da técnica da gravimetria se apresenta como uma ferramenta inicial, de forma a se obter caminhos e direcionamentos para implementação de políticas ambientais. O presente trabalho teve como objetivo, o uso da técnica em uma Instituição de Ensino Superior (IES) localizada na cidade do Belo Jardim – PE. Após os procedimentos do quarteamento, foram obtidas as seguintes informações de geração: plástico (48,80%), papel (40,70%), orgânico (6,10%) e alumínio (4,40%). Diante dessas informações, foram sugeridas alternativas a serem adotadas pela instituição de forma a contribuir com a melhoria ambiental e administrativa.

PALAVRAS-CHAVE: Planejamento, Gestão Ambiental.

HE USE OF THE GRAVIMETRY TECHNIQUE IN A HIGHER EDUCATION INSTITUTION AS A TOOL TO SUPPORT ENVIRONMENTAL POLICIES

ABSTRACT: Urban Solid Waste presents itself as one of the major environmental concerns for society, as well as the correct destination. For good management, the use of the gravimetry technique is presented as an initial tool, in order to obtain paths and directions for the implementation of environmental policies. The present work aimed to use the technique in a Higher Education Institution (HEI) located in the city of Belo Jardim - PE. After the quating procedures, the following generation information was obtained: plastic (48.80%), paper (40.70%), organic (6.10%) and aluminum (4.40%). Given

this information, alternatives were suggested to be adopted by the institution in order to contribute to environmental and administrative improvement.

KEYWORDS: Planning, Environmental Management.

1 | INTRODUÇÃO

Um dos principais pontos para o pensamento de políticas de gestão ambiental é ter o conhecimento dos resíduos gerados pelas organizações, de forma que a destinação seja ambientalmente correta. Para que essas políticas de gestão surtem efeitos, De Oliveira e Henkes (2015), enfatizam que se faz necessário a modificação de comportamento e hábitos da sociedade, por meio de estratégias simples e com pequenos custos. Outro ponto que deve ser levado em consideração, segundo Pedrosa *et al.* (2019), é que seja fundamental uma capacitação entre os envolvidos no processo de forma de que o conhecimento e as possíveis dúvidas sejam esclarecidas durante a fase da separação dos resíduos, de forma que sejam realizados corretamente, para um possível reaproveitamento e reutilização. Dentre as organizações, as Instituições de Ensino Superior (IES), desempenham um papel de suma importância na sociedade, de forma a contribuir com a formação de futuros profissionais e na construção de saberes. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo utilizar a técnica de gravimetria em uma instituição de Ensino Superior localizada na cidade do Belo Jardim – PE.

2 | CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

De acordo com a Lei 12.305 de 2 de agosto de 2010, no inciso XVI do artigo 3º da Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, em seu capítulo II (definições) os resíduos sólidos são descritos como:

[...] material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010, p.02).

O conjunto de planos e práticas encontrados na Política Nacional de Resíduos Sólidos integra vários âmbitos sociais, visando diminuir os impactos, manejo inadequado, entre outras especificações em relação aos resíduos.

A norma NBR 10004/2004 da ABNT dispõe sobre a classificação dos resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública para que possam ser gerenciados adequadamente. Sendo separado nos seguintes grupos:

- Resíduos classe I – Perigosos;

- Resíduos classe II – Não perigosos;
- Resíduos classe II A – Não inertes;
- Resíduos classe II B – Inertes.

Ter conhecimento da classificação dos resíduos sólidos é o primeiro passo para escolha de alternativas para abordagem de práticas sustentáveis. E apesar dos resíduos gerados em Instituições de Ensino Superior serem muitas vezes de classe II, se faz necessário um melhor controle desses refugos para melhor aproveitamento.

3 | METODOLOGIA

O local selecionado para o estudo, foi uma Instituição de Ensino Superior (IES) localizada na cidade do Belo Jardim – PE. Foram levadas em consideração: o período de uma semana de coleta de resíduos, com o horário de funcionamento vespertino e noturno. Optou-se pelo recolhimento dos resíduos provenientes das salas de aula e dos setores administrativos e a exclusão dos resíduos orgânicos oriundos da área da cantina e os resíduos oriundos dos banheiros. A Figura 1, a seguir, demonstra os tambores de armazenamento dos resíduos recolhidos no estudo, onde foram alocados em um depósito na própria instituição.



Figura 1 - Depósito dos Resíduos Recolhidos

Fonte: Autores (2020).

Logo após o período estabelecido no estudo, os resíduos foram direcionados para a quadra da IES. Previamente, uma parte da quadra foi dividida em um quadrado, de forma que os resíduos fossem espalhados de forma aleatória (Figura 2).



Figura 2 - Marcações realizadas para o quarteamento

Fonte: Autores (2020).

Os processos da gravimetria seguiram a norma da NBR 10.007 (1995) sobre amostragem de resíduos sólidos. Os resíduos de papel, metal, plástico e vidro foram adotados como recicláveis para o estudo, enquanto os orgânicos representam restos de comida, cascas de frutas, verduras e vegetais.

Inicialmente os resíduos foram espalhados nas devidas divisões (Figura 3) e logo em seguida, são retiradas duas partes iguais e opostas (Figura 4). Após o procedimento, as duas partes restantes são novamente misturadas e o processo se repete até obter a quantidade desejada (ABNT, 1995).



Figura 3 – Resíduos espalhados

Fonte: Autores (2020).



Figura 4 - Separação dos resíduos

Fonte: Autores (2020).

Por fim, foi gerada uma amostra representativa do período, a ser quantificada a posteriori.

4 | RESULTADOS

A quantidade de resíduos gerados durante o período do estudo foi de 29,45 kg. Após o processo de quarteamento, obteve-se uma amostra de 3,77Kg. Depois de separação da amostra, foram obtidos os seguintes percentuais: plástico (48,80%), papel (40,70%), orgânico (6,10%) e alumínio (4,40%), conforme a Tabela 1.

Tipo de resíduo	Amostra após quarteamento (g)	Percentual na amostra
Plástico	1840	48,80%
Papel	1535	40,70%
Alumínio	165	4,40%
Orgânico	230	6,10%
Total	3770	100,00%

Tabela 1 - Resultados do quarteamento

Fonte: Autores (2020).

É notório que há uma maior participação dos resíduos plásticos oriundos de copos descartáveis, canetas, embalagens de salgadinhos e etc. O papel é apresentado como o segundo maior resíduo encontrado na instituição. O estudo apontou pouca incidência dos resíduos orgânicos e de alumínio, fato este justificável pela não inclusão dos resíduos do

setor da cantina. De acordo com às informações do Sistema Nacional de Informações – SNIS (2017) a região do Nordeste apresenta um resultado de recuperação médio entre 5,1 e 4,7 kg/hab./ano (SNIS, 2017), um percentual baixo em comparação com outras regiões do país como o Sudeste (6,3 kg/hab./ano) e Sul (13,5 kg/hab./ano).

5 | CONCLUSÕES

Inicialmente é sugerido um maior incentivo à prática de separação dos resíduos na faculdade, e foi percebido que o plástico e o papel são os principais resíduos encontrados nas salas de aula e nos setores administrativos, o que pode estimular futuras ações por parte dos cursos da instituição, voltadas para práticas de reciclagem através de oficinas, como exemplo a confecção de rascunhos a partir de folhas recicláveis. A destinação dos resíduos plásticos, poderá ser realizada com convênios com outras instituições que reaproveitam o material para outros fins através de parcerias. Logo a gravimetria é apresentada como uma ferramenta de suma importância para o planejamento de ações ambientais, de forma a contribuir com desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 10004: Resíduos sólidos: classificação: Referências**. Rio de Janeiro, p.2. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **NBR 10007: Amostragem de Resíduos-Procedimento**. 1995.

BRASIL. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 ago.** 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 01 jun. 2020.

DE OLIVEIRA, A. P. N.; HENKES, J. A. **Condomínios Sustentáveis: desafios da escassez dos recursos naturais**. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, v. 4, n. 2, p. 602-625, 2015.

PEDROSA, T. D.; DUARTE, A. D.; SILVA, J. A.; SILVA, G. L... **Caracterização e Produção de Resíduos Sólidos numa Escola do Agreste Pernambucano**. In: Ilana Lopes da Silva Nunes; Lidiane Almeida Pessoa e Soraya Giovanetti El-Deir (organizadoras). (Org.). Resíduos sólidos: Os desafios da gestão. 1ªed.Recife - PE: Editora Universitária da UFRPE, 2019, v. 1, p. 156-164.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2017**. Disponível em: <http://www.snis.gov.br>. Acesso em 06. Jul. 2019.

OCUPAÇÃO DO ESPAÇO POR ATIVIDADES HUMANAS: PROPOSTA DE ZONEAMENTO AMBIENTAL NO LITORAL SUL DO BRASIL

Data de aceite: 03/08/2020

Data de submissão: 05/05/2020

Daniela Marques Nunes

Faculdade Dom Bosco de Porto Alegre
Porto Alegre – RS
<http://lattes.cnpq.br/1337890797580681>

Jéssica da Silveira Prezzi

Faculdade Dom Bosco de Porto Alegre
Porto Alegre – RS
<http://lattes.cnpq.br/0944564037071358>

RESUMO: A ecologia humana é uma ferramenta que permite analisar as relações do homem com o ambiente no uso dos recursos naturais. Este estudo objetivou analisar a partilha do espaço entre as diferentes atividades desenvolvidas na barra do Rio Tramandaí/RS, a fim de propor um plano de zoneamento que contemple a manutenção das atividades de pesca, esportivas e o desenvolvimento econômico e sócio-cultural. Foi registrada a percepção dos usuários do recurso quanto à existência de possíveis conflitos na área e quanto à aceitação de um zoneamento ambiental que ordene as diferentes atividades. Os resultados indicaram a presença de conflitos entre os pescadores tradicionais, turistas e os esportistas no uso do espaço nos meses de verão; e a aceitação dos usuários pelo ordenamento das atividades através do zoneamento ambiental. Além disso, constatou-se a necessidade da adição de placas sinalizadoras indicando a atividade permitida em cada zona

de uso humano a fim de reduzir os conflitos existentes na área.

PALAVRAS-CHAVE: Ecologia Humana, Divisão de Recursos, Zoneamento Ambiental.

OCCUPATION OF THE SPACE BY HUMAN ACTIVITIES: PROPOSAL FOR ENVIRONMENTAL ZONING ON THE SOUTH COAST OF BRAZIL

ABSTRACT: Human ecology is a tool that allows us to analyze the relations between human and the environment in the use of natural resources. This study aimed to analyze the sharing of space between the different activities developed in the Tramandaí river/RS, in order to propose a zoning plan that includes the maintenance of fishing, sporting activities and the economic and socio-cultural development. The perception of users of the resource regarding the existence of possible conflicts in the area and the acceptance of an environmental zoning that orders the different activities was recorded. The results indicated the presence of conflicts between traditional fishermen, tourist and sportsmen in the use of space in the summer months; and the acceptance of users by the planning of activities through environmental zoning. In addition, it was verified the need for the addition of signaling indicating the activity allowed in each zone of human use in order to reduce existing conflicts in the area.

KEYWORDS: Human Ecology, Resource Sharing, Environmental Zoning.

1 | INTRODUÇÃO

A Ecologia Humana é uma ciência que se destina a compreender as relações do homem com a natureza (BEGOSSI, 1993). Teorias ecológicas podem ser usadas para compreender as atividades humanas e classificar as diversas práticas no uso dos recursos naturais da mesma forma como nos estudos com outras espécies animais (HARDESTY, 1975). Nas análises a cerca das relações do homem com o ambiente, diferentes grupos humanos são reconhecidos por “espécies culturais” e essas interações podem ser compreendidas sob a luz das relações interespecíficas.

Análises das interações entre espécies culturais que descrevem a partilha de recursos entre grupos humanos estão sendo realizadas em estudos no Canadá, no sudeste e sul do Brasil (BERKES, 1984; CASTRO e BEGOSSI, 1996; FENNELL et al., 2003; NUNES et al., 2011), além de servirem como ferramentas na elaboração de estratégias de manejo ambiental (CASTRO e BEGOSSI, 1996; SILVANO e BEGOSSI, 2001; SEIXES et al, 2009; NUNES et al., 2011).

Quando as atividades humanas são desenvolvidas nos ambientes naturais sem um plano adequado de organização, podem acarretar consequências desastrosas sob o ponto de vista ecológico, econômico e social. Tais consequências podem se originar de interações competitivas que são reconhecidas por estabelecerem uma relação desarmônica na qual todos os envolvidos sofrem perdas consideráveis (ODUM, 1988). Em populações humanas, comumente encontramos espécies culturais em desacordo sob o uso dos recursos em regiões costeiras (BERKES, 1984; CASTRO e BEGOSSI, 1996; SUNYE e MORISSON, 2006; REBOUÇAS, 2008; NUNES et al., 2011; TERAMOTO, 2014). Pescadores locais enfrentando turistas (TABAJARA, 1993; FENNELL et al., 2003), pescadores comerciais em conflito com a pesca esportiva (BERKES, 1984; NUNES et al., 2011) e disputas pelo espaço entre os usuários dos recursos (CASTRO e BEGOSSI, 1996; REBOUÇAS, 2008). Uma análise mais refinada do sistema, que leve em conta os aspectos ambientais e sócio-culturais, poderá servir como uma ferramenta indispensável na produção de planos de manejo locais que considere as necessidades dos atores envolvidos. Quando ocorre a consulta pública a cerca dos problemas enfrentados e a inclusão das populações locais nas discussões sobre as questões ambientais, as regras estabelecidas a cerca do uso dos recursos podem ser mais bem aceitas, o que facilita o sucesso das estratégias de manejo ambiental.

Quando os conflitos existentes entre os usuários dos recursos se relacionam ao espaço compartilhado, é possível amenizar tais conflitos através do manejo das atividades locais utilizando estratégias de zoneamento ambiental (ZA). O ZA é um instrumento que incorpora a variável ambiental no âmbito do ordenamento territorial de modo que as atividades humanas a serem desenvolvidas em um determinado espaço sejam viáveis, considerando os aspectos ambientais e não somente o ponto de vista econômico ou social

(SANTOS e RANIERI, 2013).

A barra da laguna de Tramandaí no sul do Brasil é cenário da pesca cooperativa da tainha, na qual o boto (*Tursiops truncatus*) auxilia o pescador nas suas capturas. O local é aberto para o turismo e não possui sinalização que indique a área dessa atividade local que acaba sendo desenvolvida junto com esportistas e com pescadores eventuais. O ambiente requer um estudo sobre as relações do homem com o ambiente a fim de subsidiar a elaboração de estratégias de manejo que reduzam os conflitos no uso do espaço e que garantam a manutenção da relação pescador-boto-tainha no tempo. Para isso, esse estudo objetivou analisar, com base em modelos ecológicos, a partilha do recurso nas dimensões espaço/tempo na barra do Rio Tramandaí, a fim de propor um plano de zoneamento que contemple a manutenção das atividades de pesca, esportivas e o desenvolvimento econômico e sócio-cultural. As etapas a cumprir foram a identificação do tipo de atividade desenvolvida na área; o registro da quantidade de indivíduos e os horários em cada atividade; a análise da partilha do espaço pelos usuários dos recursos através da observação do horário das atividades; o registro da natureza e a investigação da origem dos possíveis conflitos (ecológico ou social) no uso do espaço. Além da possibilidade de aceitação, pelos usuários dos recursos, de um plano de zoneamento para as atividades na área e a estruturação do zoneamento ambiental para as atividades humanas desenvolvidas.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Esse estudo foi desenvolvido na área lagunar-estuarina da Barra do rio Tramandaí, RS (29° 58'39"S; 50° 07'10"W) durante o período de julho de 2018 a maio de 2019 (inverno, primavera, verão e outono). As amostragens foram realizadas por observação direta e registro das atividades na área durante a manhã (8:00 às 11:00); meio dia (12:00 às 14:00) e tarde (15:00 às 18:00) quando foram registrados os tipos de atividades desenvolvidas no local.

Foi realizado o registro da percepção dos usuários do espaço com o uso de questionários semi-estruturados (HUNTINGTON, 2000) para o qual foram entrevistados dez pescadores, a cerca dos conflitos no uso do espaço e sobre a aceitação de um plano de manejo para o zoneamento das atividades na barra do Rio Tramandaí - RS. (As entrevistas foram realizadas mediante a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)/CONEP (Conselho Nacional de Ética em Pesquisa).

A partilha do espaço foi obtida através do registro do período de atividade que foi determinado pelo nº médio de indivíduos (2 dias) em cada atividade por horário (manhã, meio dia e tarde) em cada estação do ano. As diferenças foram avaliadas com ANOVA *Two way* (GOTELLI & ELLISON, 2004). A investigação sobre prováveis conflitos foi realizada através das análises ecológicas sobre a partilha do espaço e das respostas dos usuários sobre possíveis atividades conflitantes. Para o plano de zoneamento das atividades

foram comparadas as respostas negativas e positivas dos usuários do espaço sobre a aceitação, através do método do χ^2 com correção de *yates* (GOTELLI & ELLISON, 2004). O zoneamento das atividades foi elaborado através da utilização de um mapa conceitual adaptado de Tavares (2007).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificados três tipos de atividades desenvolvidas concomitantemente na área: a pesca com o boto, práticas esportistas (*Kite Surf*, *Jet Ski* e natação) e trânsito de embarcações (Figura 1).

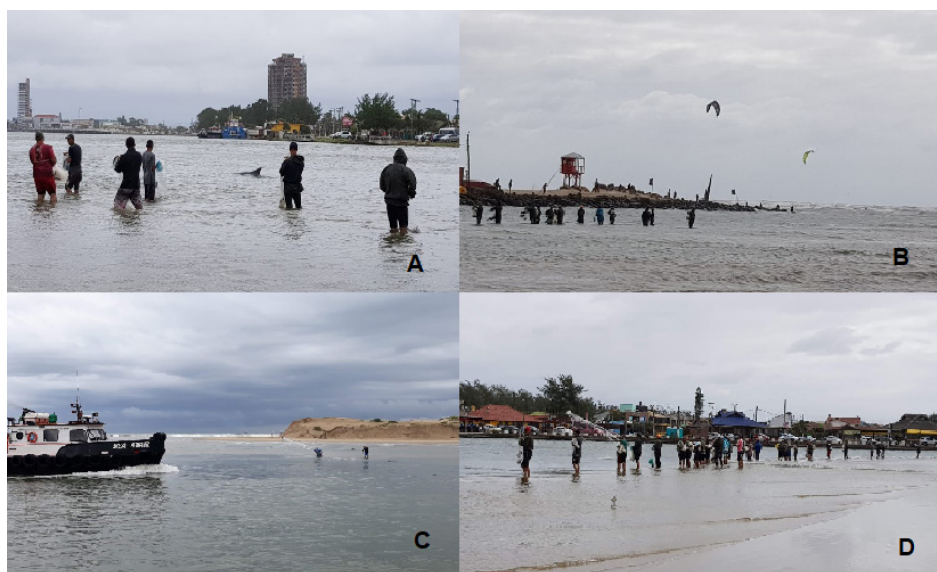


Figura 1- Imagens das diferentes atividades realizadas no período de julho de 2018 a maio de 2019 na Barra do rio Tramandaí, RS. (A) Pesca com o boto; (B) *Kite Surf*; (C) Embarcações; (D) Pescadores locais e turistas na pesca com tarrafas.

Os resultados indicaram que o verão foi a época do ano de maior atividade na área. O uso frequente do espaço pelos pescadores se deu em todas as estações do ano. No inverno alguns nadadores utilizaram o espaço e no verão a barra também foi frequentada por esportistas de *Jet Ski* e *KiteSurf* ($F_{(35;105)}$; $p=0.0002$; $gl=3$); (Figura 2).

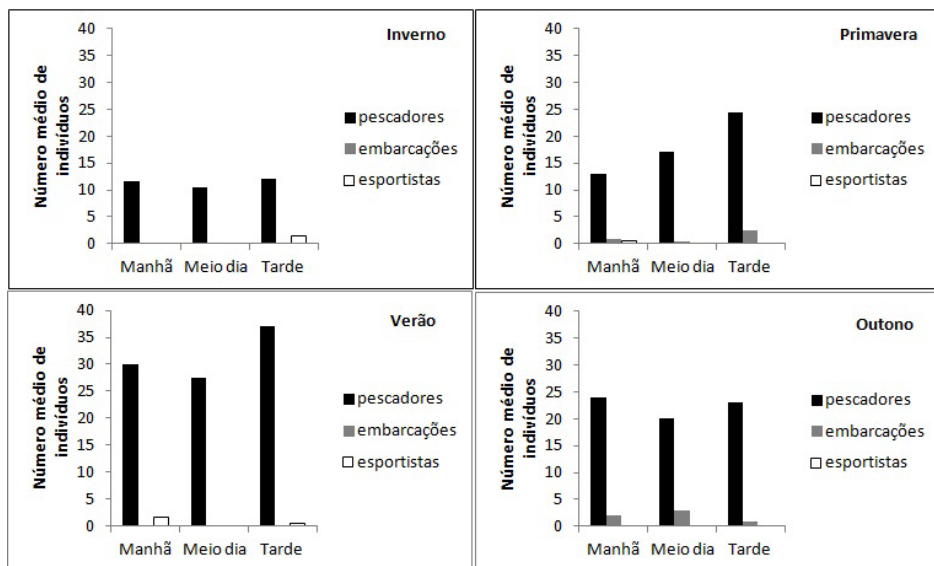


Figura 2- Número médio de indivíduos por período do dia, desempenhando as diferentes atividades durante as estações dos anos de 2018 e 2019 na Barra do rio Tramandaí, RS.

No entanto a quantidade de esportistas e de embarcações parecem não revelar qualquer tipo de conflito ecológico pelo uso do espaço, pois se apresentaram como atividades com um número reduzido de indivíduos em todas as estações do ano amostradas. Diferente do encontrado por Nunes et al. (2011) que registrou a segregação ecológica entre pescadores locais e turistas quanto ao uso do espaço em um estuário do estado de SC, em função do número elevado de pescadores em um espaço reduzido para a pesca.

Os registros da percepção dos pescadores sobre a existência de conflitos no uso do espaço revelaram que 90% dos entrevistados citaram algum tipo de conflito nas atividades desenvolvidas na área. Conflitos com pescadores turistas foram apontados por 50% dos entrevistados (Figura 1D) e 40% indicaram problemas com os esportistas (Tabela 1). Conflitos no uso do espaço são registrados em estudos com pescadores locais, turistas e esportistas e esses conflitos normalmente se resolvem através do uso de regras próprias e em alguns casos pelo respeito as atividades tradicionais de populações locais (BERKES, 1984; CASTRO e BEGOSSI, 1996; NUNES et al., 2011).

Considerando esses resultados, existem conflitos quanto ao uso do espaço na Barra do rio Tramandaí/RS, no entanto esses conflitos devem ser originados por questões diferentes daquelas explicadas pelas teorias ecológicas e devem ser melhor investigadas a fim de compor um plano de manejo das atividades locais.

Etnoecologia	Nº de entrevistados
Existência de conflitos no uso do espaço	9
Tipos de Conflitos	
Pescador turista	5
Esportistas	4
Pesca industrial	1
Aceitação do zoneamento	7

Tabela 1– Número de respostas dadas pelos entrevistados N=10, quanto aos conflitos e ordenamento das atividades na Barra do rio Tramandaí/RS no período de julho de 2018 a maio de 2019.

No que se refere ao zoneamento das atividades na área, 70% dos entrevistados indicaram a aceitação do manejo (Tabela 1). O zoneamento ambiental foi elaborado a partir de conversas informais com os pescadores que indicaram os principais problemas que originaram os conflitos. A fala individual de dois pescadores foi a proximidade dos esportistas de *Kite Surf* que utilizam a entrada do canal da barra. Segundo informação de um pescador local, esse equipamento esportivo produz uma sombra na água que de acordo com o entrevistado, acaba afugentando o boto que não entra na barra para a interação com os pescadores na pesca da tainha. Além disso, não foi observado durante o período da pesquisa, placas informativas que sinalizem a área utilizada na pesca com o boto. Talvez a falta de sinalização possa ser uma das origens dos conflitos com pescadores turistas que desconhecem os prejuízos da interferência na pesca com o boto.

A Figura 3 mostra o mapa conceitual para um plano de zoneamento das atividades na área estudada. A proposta é que esse zoneamento seja temporário, ocorrendo apenas nos meses do verão que é o período do ano de maior atividade no local.



Figura 3– Zoneamento ambiental para as atividades de pesca e esporte realizado na Barra do rio Tramandaí/RS. (Google Earth Pro, 2019).

Conforme indicado na Figura 3, as áreas zoneadas para o esporte são a anterior a ponte do rio Tramandaí ao lado esquerdo da Figura 3 e a reta de cordão arenoso na praia à direita. A entrada da barra fica disponível para a pesca com o boto. E esta área deve ser sinalizada como a região da barra do rio Tramandaí onde ocorre a pesca interativa pescador–boto-tainha, atividade que deve ser preservada por possuir um caráter de conservação da espécie com potencial turístico e econômico-social para a região. Como essa atividade se desenvolve na desembocadura do rio Tramandaí com o Oceano Atlântico, a sinalização deverá conter informações para que se evite a sobreposição entre as atividades de pesca dos pescadores turistas eventuais e a interação dos pescadores locais com o boto. Dessa forma, os conflitos relacionados a competição pelo uso do espaço entre pescadores locais e pescadores turistas podem ser evitados. Estratégias de zoneamento ambiental para a redução dos conflitos entre as diferentes atividades dos usuários dos recursos foram propostas para zonas recifais de uma praia no sul do litoral do nordeste brasileiro (MELO et al., 2008). Essas estratégias foram sugeridas como forma de ordenar os usos múltiplos da área, da mesma forma que o proposto nesse estudo, objetivando a preservação das atividades tradicionais, da diversidade marinha e das atividades recreativas.

4 | CONCLUSÃO

Com esse estudo foi possível descartar a existência de conflitos de origem ecológica entre pescadores tradicionais e esportistas quanto ao uso do espaço na barra do rio Tramandaí/RS. Outras razões acerca do descontentamento dos pescadores sobre o uso compartilhado do espaço devem ser investigadas como aquelas oriundas de questões sociais ou econômicas, uma vez que os pescadores da pesca interativa com o boto comercializam o peixe. A percepção dos pescadores locais acerca da existência de conflitos com pescadores turistas indica a necessidade de sinalização com o uso de placas uma vez que a pesca interativa com o boto é atividade conhecida e tradicional do local. Considerando que o maior período de atividade na área é nos meses de verão, o zoneamento ambiental proposto deverá ser do tipo temporário, apenas para esse período, e delimitar áreas próprias para cada atividade conflitante. Sugerimos também, que a área destinada à pesca de tarrafa com a interação boto-pescador seja sinalizada e utilizada apenas por pescadores locais que realizam a atividade de interação com o boto, reservando os demais espaços para os pescadores eventuais ou turistas.

REFERÊNCIAS

BEGOSSI, A. Ecologia Humana: Um Enfoque das Relações Homem-Ambiente. **Interciência**, v. 18, n. 3, p. 121-132, 1993.

BERKES, F. Competition Between Commercial and Sport Fishermen: Na Ecological Analysis. **Human Ecology**, v. 12, n. 4, p. 413-429, dez. 1984.

CASTRO, F.; BEGOSSI, A. Fishing at Rio Grande (Brazil): Ecological niche and competition. **Human Ecology**, v. 24, n. 3, p. 401-411, set. 1996.

FENNELL, D.A.; BUTLER, R.W. A human ecological approach to tourism interactions. **International Journal of Tourism Research**, v. 5, n. 3, p. 197-210, maio 2003.

GOTELLI, N.J.; ELLISON, A.M. **A primer of ecological statistics**. Sunderland: MA., 2004. 510p.

HARDESTY, D.L. The niche concept: Suggestions for its use in human ecology. **Human Ecology**, v.3, p. 71-85, abr. 1975.

HUNTINGTON, H.P. Using Traditional Ecological Knowledge in Science: Methods and Applications. **Ecological Applications**, v.10, n. 5, p. 1270-1274, out. 2000.

MELO, R.S. et al. Planejamento turístico e zoneamento ambiental: um estudo de caso nos ambientes recifais das praias do Seixas, Penha e Arraial – PB. **Caderno Virtual de Turismo**, v.8, n. 2, p. 23-33, 2008.

NUNES, D.M.; HARTZ, S.M.; SILVANO, R.A.M. Fishing strategies and niche partitioning among coastal fishers in southern Brazil. **Human Ecology**, v.39, p. 535-545, jun. 2011.

ODUM, E.P. 1988. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A., 1988. 434p.

REBOUÇAS, G.N. **Regimes de apropriação, usos e conflitos de uso do espaço marinho e seus recursos**: estudo de caso no município de Garopaba, litoral centro-sul de Santa Catarina. 2008. 222f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Costeiros e Oceânicos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

SANTOS, M.R.R.; RANIERI, V.E.L. Critérios para análise do zoneamento ambiental como instrumento de planejamento e ordenamento territorial. **Ambiente & Sociedade**, v. XVI, n. 4, p. 43-62, out. – dez. 2013.

SEIXAS, C.S. et al. Co-managing commons: Advancing aquatic resources management in Brazil. In: LOPES, P.F.; BEGOSSI, A. (Ed.) **Current Trends in Human Ecology**. Cambridge: Cambridge University Press, 2009. cap. 7, p. 156-179.

SILVANO, R.A.M.; BEGOSSI, A. Seasonal dynamics of fishery at the Piracicaba river (Brazil). **Fisheries Research**, v. 51, n. 1, p. 69-86, abr 2001.

SUNYE, P.S.; MORISSON, T.C. Diagnóstico da pesca no litoral do estado de Santa Catarina. In: ISAAC, V.J. et al. (Org.) **A pesca marinha e estuarina do Brasil no início do século XXI: Recursos, tecnologias, aspectos socioeconômicos e institucionais**. Santa Maria: Gráfica Pallotti, 2006. cap. 6, p. 141-156.

TABAJARA, L.L.C.A. Aspectos da Relação Pescador-Boto-Tainha no Estuário do Rio Tramandaí – RS. In: TABAJARA, L.L.C.A. (Org.) **Botos do rio Tramandaí**. Porto Alegre: Suliani Letra & Vida Editora, 1993. cap. 1, p.17-49.

TAVARES, R. Construindo mapas conceituais. **Ciência & Cognição**, v.12, p. 72-85, dez. 2007.

TERAMOTO, C.S. **Conflitos entre pescadores artesanais e amadores de Bertioga/SP e adjacências**. 2014. 101f. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

CAPÍTULO 14

REAPROVEITAMENTO DO ÓLEO VEGETAL DE COZINHA PARA PRODUÇÃO DE PASTA CASEIRA PARA LIMPEZA DE ALUMÍNIO

Data de aceite: 03/08/2020

Juliana Cristina Ferreira de Lima

<http://lattes.cnpq.br/6514877742530641>

Luana Santana dos Santos

<http://lattes.cnpq.br/6591836899454964>

RESUMO: A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) define o termo resíduo sólido como todo material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido. Dentre os líquidos com particularidades que os tornam inviável de serem lançados diretamente na rede pública de esgotos pois representam riscos de poluição ambiental destacam-se os óleos vegetais comestíveis usados em processos de fritura. O presente trabalho tem como objetivo analisar uma possível destinação ambientalmente adequada para os óleos vegetais comestíveis a partir da sua reciclagem a fim de ser reutilizado como pasta base de um produto de limpeza denominado pasta caseira de brilho para alumínio. Como resultado da produção foi possível obter 1,5kg de limpa-alumínio para cada 1 litro de óleo utilizado, o que demonstra resultados satisfatórios para o estudo.

PALAVRAS - CHAVE: Reciclagem, Óleo de vegetal, Destinação Final.

REPAIR OF VEGETABLE KITCHEN OIL FOR CLEAN-ALUMINUM PRODUCTION

ABSTRACT: The National Solid Waste Policy (PNRS) defines the term solid waste as any material, substance, object or well-disposed result of human activities in society, whose final destination is proceeding, whether it proposes to proceed or is required to proceed, in the states solid or semi-solid. Among the liquids with particularities that make them unfeasible to be launched directly into the public sewerage network because they represent risks of environmental pollution are the edible vegetable oils used in frying processes. The present work aims to analyze a possible environmentally suitable destination for edible vegetable oils from their recycling in order to be reused as the base paste of a cleaning product called clean homemade aluminum. As a result of the production it was possible to obtain 1.5 kg of aluminum cleaner for every 1 liter of oil used, which shows satisfactory results for the study.

KEYWORDS: Recycling, Vegetable oil, Final destination.

1 | INTRODUÇÃO

A problemática do gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no Brasil tem sido bastante discutida nos últimos anos devido o constante aumento populacional nos grandes centros urbanos. Mais de 80% da população brasileira já vive em centros urbanos, segundo dados da edição do Atlas Nacional do Brasil Milton Santos lançado pelo Instituto Brasileiro

de Geografia e Estatística (IBGE) em 2012.

Esse crescimento proporcionou uma intensa geração de resíduos sólidos porém não foi acompanhado de políticas públicas no sentido da gestão ambientalmente adequada desse material. Nesse sentido com foco em reduzir essa problemática, em agosto de 2010 foi sancionada a Lei Federal Nº 12.305 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e estabeleceu um novo marco regulatório para a sociedade brasileira.

A PNRS dispõe sobre os princípios, objetivos e instrumentos, assim como as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos perigosos e não perigosos e define o termo resíduo sólido como todo material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água.

Dentre os líquidos com particularidades que os tornam inviável de serem lançados diretamente na rede pública de esgotos pois representam riscos de poluição ambiental destacam-se os óleos vegetais comestíveis usados em processos de fritura. Segundo Alberici (2004) muitos estabelecimentos comerciais e residências jogam o óleo comestível usado, conhecido como óleo de cozinha, diretamente na rede de esgoto. O que além de gerar graves problemas de higiene e mau cheiro, sua presença na rede de esgoto, causa o entupimento da mesma, bem como o mau funcionamento das estações de tratamento de esgoto.

Bóssio (2014) afirma que para o óleo usado voltar à cadeia produtiva e minimizar os impactos sobre o meio ambiente, a sensibilização da sociedade de descartá-lo corretamente é de extrema importância. Existem diversas alternativas para o descarte correto do óleo de cozinha, entre elas a realização da coleta seletiva desse óleo, colocando-o em garrafas PET e destinando-as à reciclagem, no qual ele sofreria um processo de transformação envolvendo a alteração de suas propriedades físico-químicas para se tornar menos danoso ao meio ambiente.

Esse processo de reciclagem do óleo usado pode ser feito pela própria população ou ser enviado para postos de coleta que os destinarão a associações e empresas especializadas na sua reciclagem. Conforme Pitta Júnior (2009) o óleo de cozinha usado pode servir como matéria-prima na fabricação de diversos produtos, tais como biodiesel, tintas, óleos para engrenagens, sabão, detergentes, entre outros. Dessa forma, o ciclo reverso do produto pode trazer vantagens competitivas e evitar a degradação ambiental e problemas no sistema de tratamento de água e esgotos.

2 | OBJETIVO

No sentido da preservação ambiental, o presente trabalho tem como objetivo analisar

uma possível destinação ambientalmente adequada para os óleos vegetais comestíveis a partir da sua reciclagem simples e barata para transformação de suas propriedades físico-químicas a fim de ser reutilizado como pasta base de um produto de limpeza denominado limpa alumínio caseiro.

3 | METODOLOGIA

Para a pesquisa, foram realizados um levantamento bibliográfico em trabalhos científicos, tese e monografia para o desenvolvimento experimental da produção do limpa-alumínio que ocorreu no laboratório de Química da Universidade da Amazônia.

Dentre a escolha do produto final, escolheu-se o limpa-alumínio devido este usar menos materiais para sua produção e necessita de mais óleo vegetal usado do que outros produtos que utiliza essa matéria prima, como exemplo sabão em barra.

Quanto ao óleo vegetal usado, foi solicitado doação aos comerciantes que utilizam esse produto diariamente nos seus estabelecimentos. Essa coleta foi realizada na cidade de Belém do Pará, onde foi recolhido 1 litro desse resíduo para realização da pesquisa.

O método para transformação do óleo de cozinha em limpa-alumínio ocorre da seguinte forma:

Materiais necessário:

- 1 L de óleo vegetal usado;
- 200mL de álcool Etanol;
- 200mL de água fervida a temperatura à 180°C;
- 80g de sabão em pó;
- 200mL de soda cáustica líquida a 50%.
- Recipientes plásticos: Baldes e colher

Procedimentos:

Coloca a soda cáustica dentro do balde, adicionar a água e o óleo vegetal usado. Mexer até homogeneizar a solução, adicionar o sabão em pó. Mexer de 10 à 20 minutos. Acrescenta o álcool. Após adicionar os ingredientes no recipiente, ocorre um aquecimento devido à reação química exotérmica entre os elementos e, a partir disto, o conteúdo da mistura fica consistente. Depois, tem de deixa-la em um local com ventilação por cerca de 72horas e, após este período, deve-se retirar o conteúdo (limpa-alumínio) que está sólido. Cada litro de óleo gera aproximadamente 1kg e meio do produto.

Obs.: Use máscaras, óculos e luvas de borracha para manusear os produtos.



Figura 1: Materias para obtenção do limpa-alumínio.

Fonte: Autores (2019)



Figura 2: Óleo usado misturado com a soda caustica e água fervida

Fonte: Autores (2019)

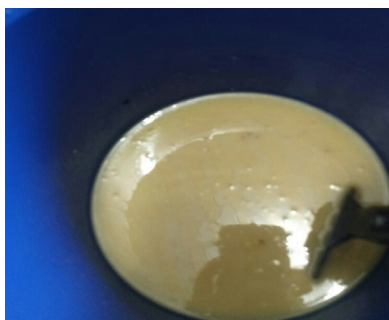


Figura 3: Mistura com adição de sabão em pó.

Fonte: Autores,2019



Figura 4. Acrescenta o álcool

Fonte: Autores,2019

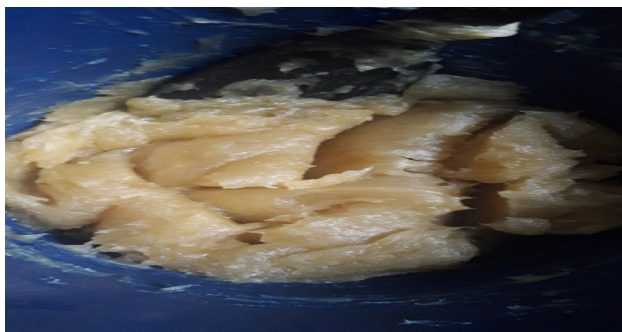


Figura 5. Produto final após o 72h de inércia.

Fonte: Autores,2019



Figura 6. Comparação do limpa-alumínio com óleo vegetal usado.

Fonte: Autores,2019

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultado da produção foi possível obter 1,5kg de Limpa-alumínio para cada 1 litro de óleo utilizado. É possível, portanto, verificar um bom rendimento dessa produção, sabendo ainda que houve incorporação de outros produtos. Vale lembrar que todo óleo coletado seria desperdiçado, disposto em lugares inadequados, como ralos de pias ou diretamente no solo, tornando-se um poluidor ao meio ambiente, uma vez que seria conduzindo através dos esgotos aos rios da cidade.

É preciso entender as formas de sua utilização e quantidade gerada, como também o descarte desse resíduo, pois a quantidade produzida não é reaproveitada, sendo primordial a realizações de ações contínuas que possam contribuir de forma positiva e sustentável para o meio ambiente.

Nota-se que essa pasta produzida (limpa-alumínio) é muito eficiente em recipiente de alumínio para remoção de mancha gordurosa e difíceis de remoção como outros saneantes utilizado diariamente na cozinha, de acordo com a Figura 7.

É importante salientar que esse limpa-alumínio não tem a mesma composição do limpa-alumínio industrializado, seu potencial de ação e consistência são similares.



Figura 7. Eficiência do produto final.

Fonte: Autores (2019).

5 | CONCLUSÃO

Existem diversas alternativas para o descarte correto do óleo de cozinha, entre elas a reciclagem, para transformação desse óleo em limpa alumínio, no qual ele sofre um processo de transformação envolvendo alterações físico-químicas para se tornar menos danoso ao meio ambiente.

A metodologia utilizada apresentou resultados satisfatórios quanto a utilização

do óleo de cozinha usado como matéria prima na fabricação de limpa alumínio, em uma proporção de 1 litro de óleo usado resultando em 1,5kg de produto final.

Neste trabalho, buscou-se propor uma alternativa simples e altamente importante para a preservação do meio ambiente e principalmente dos recursos hídricos que vêm sendo os mais atingidos pela falta de consciência ambiental da sociedade.

Por isso destaca-se a importância de conscientizar a população dos danos causados pelo descarte irregular desses resíduos e informar como e onde pode ser descartado de forma correta, além de possíveis outras alternativas de reutilização, para assim se adequar ao que a PNRS preconiza e para que os impactos ao meio ambiente possam ser cada vez menores.

REFERÊNCIAS

ALBERICI, R. M.; PONTES, F. F. F. **Reciclagem de Óleo Comestível Usado Através da Fabricação de Sabão**. Eng. Amb., Espírito Santo do Pinhal, vol. 1, nº1, jan./dez., 2004. P. 073-076.

BRASIL. **Atlas Nacional do Brasil Milton Santos**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2012.

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

BÓSIO, Pâmella. **Caracterização do descarte do óleo de cozinha utilizado no Município de Matelândia e seus impactos no meio ambiente**. 2014.

PITTA JUNIOR, O. S. R., NOGUEIRA NETO, M. S.; SACOMANO, J. B.; LIMA J. L. A. **Reciclagem do óleo de cozinha usado: uma contribuição para aumentar a produtividade do processo**. KEY ELEMENTS FOR A SUSTAINABLE WORLD: ENERGY, WATER AND CLIMATE CHANGE. São Paulo – Brazil – May 20th-22nd - 2009

SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO AO ZONEAMENTO E PLANEJAMENTO AMBIENTAL ANTE EVENTOS EXTREMOS NA ZONA DA MATA SUL DO ESTADO DE PERNAMBUCO

Data de aceite: 03/08/2020

Data de submissão: 25/05/2020

Eric Bem dos Santos

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Pernambuco
Recife – Pernambuco
<http://lattes.cnpq.br/4573159345311841>

Hernande Pereira da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Pernambuco
Recife – Pernambuco
<http://lattes.cnpq.br/1800835100486343>

RESUMO: O presente artigo destaca a importância da utilização de geotecnologias como o Geoprocessamento, fotogrametria e Sensoriamento Remoto no estudo e caracterização do município de Palmares que se encontra em explanação populacional e espacial, ou seja, em processo de urbanização. Como resultado do trabalho realizado obteve-se uma carta imagem de uso e ocupação do núcleo urbano e seu entorno do município de Palmares, englobando uma área de 3436(ha) incluindo o centro de Palmares - "Palmares Centro" e os bairros em seu âmbito (Santo Antônio, São Pedro, São Sebastião, Newton Carneiro, Liberdade e Joaquim Nabuco). Conforme ficou notório nos dados obtidos, existe na área analisada uma perceptível predominância da área urbana, correspondendo a 560 ha (77,34% da área zoneada ou classificada), que mesmo cercada

de alguns resquícios de Cobertura vegetal densa, sufoca os Corpos D'Água que estão hoje envoltos de habitações e poucos vegetais, ou seja, sem sua principal proteção: a mata ciliar.

PALAVRAS-CHAVE: Palmares, geoprocessamento, eventos extremos, urbanização.

REMOTE SENSING APPLIED TO ZONING AND ENVIRONMENTAL PLANNING IN THE EXTREME EVENTS IN THE SOUTH FOREST ZONE OF THE STATE OF PERNAMBUCO

ABSTRACT: This article highlights the importance of the use of geotechnologies such as Geoprocessing, Photogrammetry and Remote Sensing in the study and characterization of the municipality of Palmares that is in population and spatial explanation, that is, in the process of urbanization. As a result of the work carried out, an image letter was obtained of use and occupation of the urban nucleus and its surroundings in the municipality of Palmares, encompassing an area of 3436(ha) including the center of Palmares - "Palmares Centro" and the neighborhoods in its scope (Santo Antônio, São Pedro, São Sebastião, Newton Carneiro, Liberdade and Joaquim Nabuco). As was noticeable in the data obtained, there is in the analyzed area a noticeable predominance of the urban area, corresponding to 560 ha (77.34% of the zoned or classified area), which even surrounded by some remnants of dense vegetation cover, suffocates the Water Bodies that are now surrounded by dwellings and few vegetables, that is, without their main protection: the riparian forest.

KEYWORDS: Palmares, geoprocessing, extreme events, urbanization.

1 | INTRODUÇÃO

O presente artigo destaca a importância da utilização de geotecnologias como o Geoprocessamento, fotogrametria e Sensoriamento Remoto no estudo e caracterização do município de Palmares que encontram-se em explanação populacional e espacial, ou seja, em processo de urbanização. Uma circunstância a ser ponderada é que as cidades são mutantes, vão crescendo, evoluindo e se modificando pelas ações das atividades cotidianas das pessoas, cada uma com sua forma própria de apropriação, intervindo no uso e ocupação do solo das mais variadas maneiras (CASSILHA, 2012, p. 7) e desta forma, destaca-se a importância de se compreender o espaço urbano, uma vez que em função de sua heterogeneidade e dinâmica de transformação é de complexa espacialização, o que requer ferramentas de análise que proporcionem subsídios à implantação de políticas públicas eficazes associadas ao planejamento urbano e desenvolvimento sustentável.

As geotecnologias, hodiernamente compreendem um conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e oferta de informações com referência geográfica. Compostas por soluções em hardware, software e peopleware que juntos constituem poderosas ferramentas para tomada de decisões, são as geotecnologias. Dentre as geotecnologias podemos destacar sistemas de informação geográfica, cartografia digital, sensoriamento remoto, sistema de posicionamento global, topografia e a fotogrametria (ROSA, 2005). Sendo essa última, juntamente com o sensoriamento remoto, utilizada no diagnóstico realizado no município de Palmares, mais especificamente da base temática do Levantamento Aerofotogramétrico Pernambuco Tridimensional (PE3D). No momento em que discutimos geoprocessamento, estamos nos referindo a informações temáticas estritamente ligadas à superfície terrestre, através de um sistema de coordenadas, que pode ser o Geográfico e/ou o UTM. Primeiramente, faz-se necessário um mapa-base preciso da área de interesse.

Nessa perspectiva, os processos de expansão e transformação urbana podem provocar baixa qualidade de vida a parcelas significativas da população, bem como impactos negativos ao meio ambiente em que estão inseridas. No município de Palmares este fato é verificado, no qual se identifica a grade falta de planejamento urbano, sobretudo no aspecto do desenvolvimento sustentável, o que acarreta o uso e ocupação do solo de forma desordenada e inadequada desencadeando forte impacto ambiental e consequências sociais e culturais, portanto contribuindo para a baixa nas condições de vida dos indivíduos, uma vez que o equilíbrio ambiental está diretamente relacionado à qualidade de vida (CANEPA, 2007). Na visão de Almeida et al. (1999), o planejamento ambiental deve ser visto de forma ampla, como processos de definições e decisões, aplicável a vários tipos e níveis de atividade humana, por meio de ações contínuas voltadas

a auxiliar a tomada de decisões para a resolução de objetivos específicos, ou seja, “é a aplicação racional do conhecimento do homem ao processo e tomada de decisões para conseguir uma ótima utilização dos recursos, a fim de obter o máximo de benefícios para a coletividade” (ALMEIDA et al., 1999, p. 12).

Outrossim, Albano (2013) informa que o planejamento ambiental é o elemento básico para o desenvolvimento econômico e social voltado à melhor utilização e gestão de uma unidade territorial, cujas fases de inventário e de diagnóstico tornam-se caminho para a compreensão das potencialidades e das fragilidades da área. Assim, o planejamento ambiental é a base para o desenvolvimento sustentável, compreendido como a maneira possível para a qualidade de vida da população ou a única possibilidade de sobrevivência para a humanidade (ASSIS, 2000 apud MORENO, 2002).

Nesta perspectiva, este trabalho apresenta um diagnóstico do uso e ocupação do solo realizado no município de Palmares, localizado em Pernambuco, com o objetivo de elaborar uma carta de uso e ocupação do solo em um fragmento desse município em estágio de forte expansão urbana, buscando correlacionar à influência da morfologia espacial urbana com as mudanças estruturais do espaço ocorridas na região. A elaboração desta carta foi possível utilizando distintas imagens do Levantamento Aerofotogramétrico PE3D e a utilização de técnicas de Geoprocessamento de imagens com o apoio do software Quantum GIS e Spring. Sendo o Quantum um software de geoprocessamento livre extremamente poderoso, agradável para seus usuários, funciona e possui uma boa performance de produções de arquivos para um SIG por meio de suas conexões com banco de dados e o Spring sendo um software brasileiro para Sistemas de Informações Geográficas (SIG) que teve seu berço no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), uma das principais instituições de pesquisa do Brasil.

Ademais, cabe ressaltar que o Levantamento Aerofotogramétrico PE 3D tem um enorme potencial de utilização para as intervenções que requerem detalhamento preciso do terreno, como estradas, ferrovias, barragens, sistemas de irrigação, redes de água, esgotos, energia, gás, serviços de mineração e toda a gama de empreendimentos públicos e privados de maior porte, mormente no que se refere à área ambiental, a base de dados pode dar apoio à identificação de áreas de risco e danos aos recursos naturais, como áreas de degradação e perda dos solos e da vegetação, contaminação das águas e degradação de nascentes e áreas de recarga de aquíferos.

2 | METODOLOGIA

No presente trabalho foram utilizadas quatro imagens (Ortofotos digitais articuladas e disponibilizadas em formato GeoTIFF, com arquivo em formato CAD configurado para impressão em tamanho A1) em escala de 1:5000, resolução espacial de 50 centímetros e resolução radiométrica de 8 Bits do Levantamento Aerofotogramétrico Pernambuco

Tridimensional (PE3D). Todas as imagens referenciadas no Sistema de Coordenadas Projetadas UTM SIRGAS 2000, nos fusos 24S ou 25S. Ademais, agrado as imagens do programa PE3D é importante lembrar que foram utilizados os software Quantum GIS e Spring presente no Laboratório de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto (Geosere) da Universidade Federal Rural de Pernambuco. local onde foi feito o processamento das imagens. Tal processo foi fundamentado na metodologia para a caracterização e mapeamento de categorias de uso do solo de Rosa (2005) que define etapas para a interpretação visual das imagens bem como elaboração do mapa. A área de estudo foi o núcleo urbano do Município de Palmares, como mostrado na Figura 1, que se localiza na Zona da Mata Sul do Estado de Pernambuco.

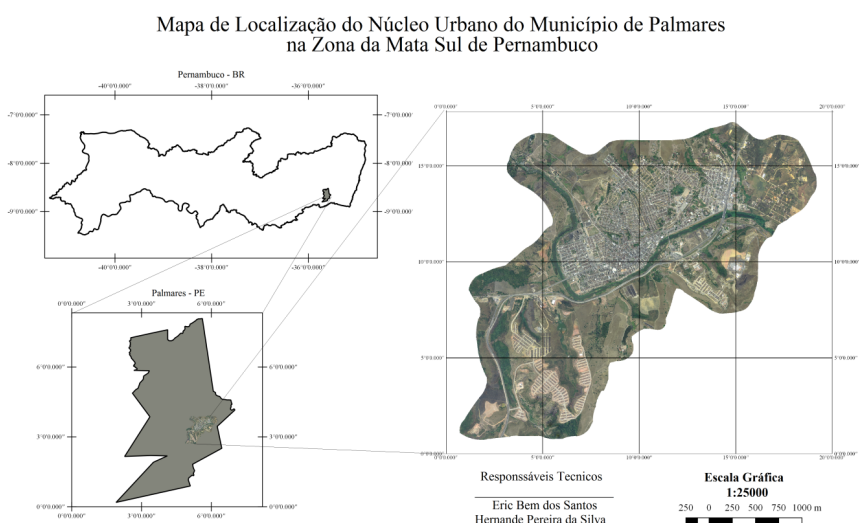


Figura 1 – Mapa de Localização do Núcleo Urbano de Palmares.

Fonte: Autor, 2019.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultado do trabalho realizado obteve-se uma carta imagem de uso e ocupação do núcleo urbano e seu entorno do município de Palmares, englobando uma área de 3436(ha) incluindo o centro de Palmares - “Palmares Centro” e os bairros em seu âmbito (Santo Antônio, São Pedro, São Sebastião, Newton Carneiro, Liberdade e Joaquim Nabuco).

Conforme ficou notório nos dados obtidos, existe na área analisada uma perceptível predominância da área urbana, correspondendo a 560 ha (77,34% da área zoneada ou classificada), que mesmo cercada de alguns resquícios de Cobertura vegetal densa,

sufoca os Corpos D'Água que estão hoje envoltos de habitações e poucos vegetais, ou seja, sem sua principal proteção: a mata ciliar. Ademais é importante ressaltar o potencial de crescimento do núcleo Urbano, visto que há os Novos Loteamentos que correspondem à 14,08% e podem facilmente transformassem em áreas urbanas intensificando os danos ao meio-ambiente.

CARTA IMAGEM DO USO E CUPAÇÃO DO SOLO DO MUNICÍPIO DE PALMARES - PE

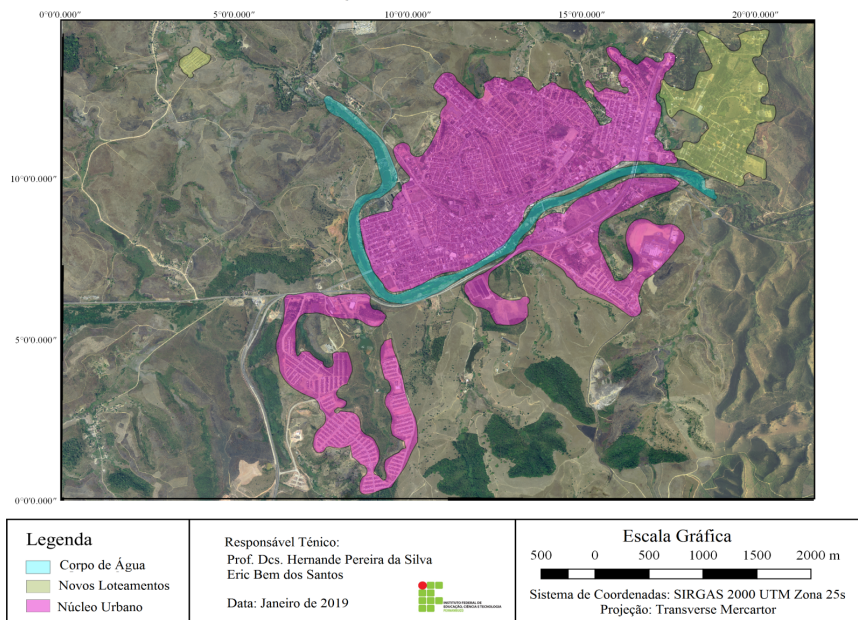


Figura 2 – Carta Imagem do Uso e Ocupação do Solo do Município de Palmares - PE

Fonte: Autor, 2019.

4 | CONCLUSÃO

Como Depreende-se que Geotecnologias como o Geoprocessamento, Sensoriamento Remoto e fotogrametria, quando utilizadas de forma adequada contribuem para que possamos identificar, caracterizar e mapear diferentes tipos de uso e ocupação do solo. Nesta perspectiva, adotar essas tecnologias como ferramenta de promoção do planejamento urbano e do desenvolvimento sustentável, permite correlacionar diferentes variáveis que possibilita avaliar de forma qualitativa e quantitativa áreas de intensa dinâmica urbana ou naturais. O Município de Palmares é um exemplo bem sucedido dessa análise, bem como o processo nele realizado serve de alerta para o município e outras áreas em urbanização, o planejamento urbano é indispensável.

REFERÊNCIAS

CASSILHA, Gilda A. Planejamento urbano e meio ambiente / Gilda A. Cassilha, Simone A. Cassilha. - 1.ed., rev. - Curitiba, PR : IESDE Brasil, 2012.

ROSA, R. Geotecnologias na geografia aplicada. Revista do Departamento de Geografia, V. 16, p. 81-90, (2005).

SOARES, A. M.; CUNHA, D. A. I.; DANTAS, G. D.; OLIVEIRA, H. L. P. Bacia Hidrográfica do Córrego Lagoinha, Uberlândia-MG: desafios do planejamento urbano. Revista da Católica, Uberlândia, v. 1, n. 1, p. 103-115, 2009a.

Canepa, C. (2007). Cidades sustentáveis: o município como lócus da sustentabilidade. São Paulo: RCS Editora.

Albano, M. P. (2013). A importância do planejamento urbano ambiental – a habitação social e a expansão urbana em Presidente Prudente-SP (Dissertação de mestrado). Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente.

Almeida, J. R., Marques, T., Moraes, F. E. R., Bernardo, J. (1999). Planejamento ambiental: caminho para a participação popular e gestão ambiental para o nosso futuro comum – uma necessidade, um desafio (2a ed.). Rio de Janeiro: Thex Ed.

Moreno, J. (2002). O futuro das cidades. São Paulo: Editora SENAC.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasil/ Pernambuco/ Palmares. Panorama. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/Palmares/panorama> >. Acesso em: 19 jul. 2018.

Pernambuco Tridimensional. O QUE ESTÁ SENDO DISPONIBILIZADO ?. Disponível em: < <http://www.pe3d.pe.gov.br/> > . Acesso em: 19 jul. 2018.

USO DE INDICADORES DE ARBOVIROSES COMBINADO COM O MÉTODO MULTICRITÉRIO PROMETHEE II COMO FERRAMENTA DE SUPORTE PARA A TOMADA DE DECISÃO

Data de aceite: 03/08/2020

Data de submissão: 03/06/2020

Armando Dias Duarte

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
Caruaru-PE
<http://lattes.cnpq.br/5704187021277285>

Thayse Diniz Pedrosa

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
Caruaru-PE
<http://lattes.cnpq.br/4518857230591561>

José Vitor Silva Aragão

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
Caruaru-PE
<http://lattes.cnpq.br/9652887497705133>

José Floro de Arruda Neto

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
Caruaru-PE
<http://lattes.cnpq.br/3025059926483138>

Paulo Sérgio da Silva Pinheiro

Faculdade do Belo Jardim (AEB/FBJ)
Belo Jardim-PE
<http://lattes.cnpq.br/4309047796768727>

Flávio José Cordeiro de Andrade Filho

Faculdade do Belo Jardim (AEB/FBJ)
Belo Jardim-PE
<http://lattes.cnpq.br/7497342182999972>

RESUMO: Para identificar possíveis soluções para os problemas ambientais, os usos de indicadores estão presentes para relacionar

fatores que se apresentem como críticos na busca de melhoria, tanto ambiental, quanto no contexto social. Devido ao crescimento das cidades de forma desordenada, determinar a salubridade ambiental pode ser entendida como a localidade estudada, está passiva dos efeitos das intervenções antrópicas. Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo estabelecer um *ranking* dos bairros da cidade de Caruaru – PE, através do método de apoio a decisão multicritério PROMETHEE II, onde foram escolhidos os critérios de casos confirmados do vírus da Dengue, *Chikungunya* e o Levantamento Rápido de Índices para *Aedes Aegypti* – LIRAA, de forma a auxiliar os tomadores de decisão na escolha dos bairros para a priorização de investimentos nas áreas sociais e ambientais. A partir da análise dos resultados, foi elaborado *ranking* com os bairros que necessitam de intervenções ambientais e sociais.

PALAVRAS-CHAVE: Prevenção, seleção, tomada de decisão.

USE OF ARBOVIROSIS INDICATORS COMBINED WITH THE MULTICRITERIAL METHOD PROMETHEE II AS A SUPPORT TOOL FOR DECISION-MAKING

ABSTRACT: In order to identify possible solutions to environmental problems, the uses of indicators are present to relate factors that present themselves as critical in the search for improvement, both environmental and in the social context. Due to the disorderly growth of cities, determining environmental health can be understood as the studied locality, it is passive of

the effects of anthropic interventions. Given the above, this study aimed to establish a ranking of neighborhoods in the city of Caruaru - PE, using the multicriteria decision support method, PROMETHEE II, where the criteria for confirmed cases of the Dengue virus, Chikungunya and the Survey were chosen and the Rapid Index Survey for *Aedes Aegypti* - LIRAA, in order to assist decision makers in choosing neighborhoods for prioritizing investments in social and environmental areas. Based on the analysis of the results, a ranking was drawn up with the neighborhoods that need environmental and social interventions.

KEYWORDS: Prevention, selection, decision making.

1 | INTRODUÇÃO

1.1 Crescimento das cidades

O crescimento populacional nos países em desenvolvimento, como o Brasil, caracteriza-se pelas altas taxas natalidade, taxas de mortalidade em declínio, expansão territorial urbana, ampliação do sistema de produção e consumo industrial, que contribui para os problemas ambientais (FONTANA *et al.*, 2015; MARCHI, 2015). Num ambiente urbano, onde o processo de urbanização é rápido e dinâmico, a situação da população é influenciada pelo meio ambiente, a demográfica, as questões socioculturais e político-econômicas; estas mudanças podem alterar a qualidade devida da população, comprometendo a saúde através do surgimento de doenças relacionadas a alteração do meio ambiental local (SEGURADO; CASSENOTE; LUNA, 2016). Segundo a Lei N° 11.445 que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, os serviços públicos de saneamento são prestados segundo os princípios ambientais de: coleta de resíduos e a disposição de água de esgoto (BRASIL, 2007). Apesar dos avanços e investimentos no setor, os níveis de saneamento básico no país não são satisfatórios, o que acarreta o aumento dos casos de arboviroses com a Dengue, assim como é evidenciado por César *et al.* (2016) na cidade de Juazeiro do Norte – CE, e o Zika Vírus que de acordo com Eickmann *et al.* (2016) foi identificado desde 2015 como um agente etiológico de doença exantemática aguda que foi a causadora de diversos casos de microcefalia na cidade do Recife-PE. Geralmente os investimentos de serviços ligados ao saneamento e recursos hídricos são insuficientes para garantir boas condições de salubridade, neste caso fazendo-se necessário, a adoção de critérios que visem estabelecer prioridades para a aplicação dos recursos disponíveis, buscando maximizar os benefícios. Para isso, é preciso fazer uso de ferramentas comprovadamente eficientes e que sejam de fácil adoção.

1.2 Índices e Indicadores

Para analisar a qualidade dos serviços básicos a população, pode-se utilizar indicadores e índices como instrumentos de aferição de fenômenos e conceitos que possuem características e propriedades similares (BERNARDES; BERNARDES; GÜNTHER, 2018). De acordo com as Nações Unidas, os indicadores desempenham uma função importante

para os políticos por possibilitarem, na maioria das vezes a conduzirem melhores decisões e ações efetivas, simplificando e agregando informações (UN, 2007). À medida que os problemas urbanos se transformam, os indicadores devem permitir a diversidade dos problemas ambientais urbanos, ao mesmo tempo em que permitam incorporar as questões de gestão, políticas públicas e arranjo institucional; a proposta é dar um sentido durável à cidade mediante a transformação da relação entre o meio ambiente e o homem (MARTINS & CÂNDIDO, 2015). Em Duarte (2018) foi detalhado que a criação de um indicativo para bairros, a ser utilizado em diferentes contextos e realidades, é possível identificar o nível de necessidades de uma região, cuja análise se faz possível para investimentos futuros em áreas de priorização.

Além dos estudos de qualidade de vida, de acordo com Seidl & Zannon (2004), os indicadores podem ser usados para avaliar a eficácia, eficiência e do impacto de determinados tratamentos na comparação entre procedimentos para o controle de doenças. Almeida (2011) complementa que a relação entre saúde e qualidade de vida demonstra o perfil das populações em relação às condições e aos parâmetros em que estão ocorrendo em suas vidas, que os dados gerados, possibilitam a comparação dos grupos. Contudo, Gonçalves & Vilarta (2004) atentam para o fato de que é um desafio para os indicadores gerar formulações que permitam expressar a correspondência entre as melhoras dos índices coletivos e de satisfação pessoal.

1.3 Problemática de decisões

Tomar decisões é considerado uma atividade das mais relevantes entre os gestores e o tema tem interessado a uma quantidade de estudiosos no assunto, quanto a uma demanda que abrange problemas de decisão das organizações, envolvendo múltiplos objetivos e está inserido nas áreas da Ciência da Gestão e Pesquisa Operacional.

Roy (1996) define quatro tipos de problemáticas: Problemática P. α (Problemática de Escolha): escolha de um subconjunto entre os espaços de ações; Problemática P. β (Problemática de Classificação): alocação de cada ação a uma classe, a alocação é feita baseada nos valores intrínsecos de cada ação a uma categoria (ou classe) em comparação com classes pré-definidas; Problemática P. γ (Problemática de Ordenação): ordena um conjunto de ações a serem seguidas; Problemática P. δ (Problemática de Descrição): apoia a decisão através da descrição de ações e das consequências por adotá-las.

Gomes *et al.* (2002) exemplifica que a escolha do método depende da problemática analisada, do contexto do estudo, dos atores envolvidos, estrutura de preferências e a resposta na qual se deseja alcançar. Dentre a problemática de escolha, uma condição básica de um problema de decisão é a existência de pelo menos duas alternativas para que o decisor possa escolher dentre um conjunto para qual se deseja efetuar uma comparação (ALMEIDA, 2013). Problemáticas que visam a priorização de alternativas que sofrem influência de agentes tomadores de decisão, em que suas decisões refletem nos

aspectos técnicos, ambientais e sociais o uso de métodos da Escola Francesa que utilizam a sobreclassificação são frequentemente utilizados (MORAIS; ALMEIDA, 2006).

De acordo com Almeida (2013), os métodos de sobreclassificação são baseados na comparação par a par entre as alternativas, onde é explorada a relação de sobreclassificação que tem algumas características que os distinguem dos métodos de agregação por meio de critério único de síntese. As avaliações das alternativas são não compensatórias. Nesse contexto a família de métodos PROMETHEE (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation*) surge com os estudos iniciais por Jean-Pierre em 1982 (BRANS, 1982) e modificadas ao longo dos anos para o auxílio de problemas mais complexos (BRANS; VINCKE; MARESCHAL, 1986; BRANS & MARESCHAL, 1994).

Para a construção de um modelo Brans & Mareschal (2002) explicam que são duas fases: 1) construção de uma relação de sobreclassificação, agregando informações entre os critérios e as alternativas. 2) exploração dessa relação para apoio à decisão.

1.4 Estudos de modelos multicritérios com indicadores ambientais

De Carvalho, Curi e Curi (2013) em seu estudo utilizou uma metodologia de indicadores ambientais e da análise de multicritério para identificar a situação hidroambiental de 30 municípios da Paraíba, através de 51 indicadores (critérios) a partir de 7 dimensões. Os autores concluem que é observado a possibilidade de introdução de novas variáveis por diferentes agentes decisores e que resultados mais consistentes podem ser obtidos com a inclusão dos atores sociais na ponderação e na escolha dos indicadores.

Carvalho *et al.* (2016) desenvolveram indicadores ambientais em aplicaram em conjunto o método PROMETHEE II para a análise da *performance* em indicadores em relação à saúde ambiental dos municípios que integram a região de Rio Taperoá – PB o que possibilitou a verificação do nível de saúde ambiental dos municípios, demonstrando as situações de vulnerabilidade. Os autores selecionaram 14 indicadores e 16 cidades e identificaram que 6 municípios estão em situação favorável no contexto geográfico em relação aos demais e concluem que o estudo contribuiu como uma ferramenta importante a ser utilizada pelo poder público.

1.5 Estrutura dos métodos PROMETHEE

Segundo Almeida (2011) o grau de sobreclassificação das alternativas a sobre b (a,b) é obtido por:

$$\pi (a,b) = \sum_{i=1}^n p_i F_i (a,b) \quad (3)$$

Onde:

p_i – peso que reflete a importância do critério;

$F_i (a,b)$ – função da diferença [$g_i (a) - g_i (b)$] entre o desempenho das alternativas para cada critério i ; $F_i (a,b) = 1$

Quando $g_i (a) > g_i (b)$, $F_i (a,b) = 1$ caso contrário $F_i (a,b) = 0$, isso corresponde ao

grau de sobreclassificação $\pi(a,b)$ terá sua composição o peso p_i de cada critério i , para o qual a alternativa 'a' tenha melhor desempenho do que 'b'. A partir do modo de preferência do decisor, a função diferença pode aumentar para cada critério $[g_i(a) - g_i(b)]$, e assume valores entre 0 e 1.

O decisor deve fornecer um peso p_i para cada critério, o que representa a importância do critério, e são esses pesos que são obtidos o grau de sobreclassificação (ALMEIDA, 2013).

Para determinar as funções preferências Almeida (2011) demonstra através da Tabela 2 as diferentes formas de preferências que indicam a intensidade de acordo com a interpretação do decisor e os resultados do valor da função de diferença.

Critério	Função	Valor de F
(a) Usual	$[g_i(a) - g_i(b)] > 0$ $[[g_i(a) - g_i(b)] \leq 0$	$F_i(a,b) = 0$ $F_i(a,b) = 1$
(b) Quase-critério (q)	$[g_i(a) - g_i(b)] > q$ $[g_i(a) - g_i(b)] \leq q$	$F_i(a,b) = 1$ $F_i(a,b) = 0$
(c) Limiar de preferência	$[g_i(a) - g_i(b)] > p$ $[g_i(a) - g_i(b)] \leq p$ $[g_i(a) - g_i(b)] \leq 0$	$F_i(a,b) = 1$ $F_i(a,b) = \{[g_i(a) - g_i(b)] / p$ $F_i(a,b) = 0$
(d) Pseudo-critério (p)	$ g_i(a) - g_i(b) > p$ $q < g_i(a) - g_i(b) \leq q$ $ g_i(a) - g_i(b) \leq q$	$F_i(a,b) = 1$ $F_i(a,b) = 1/2$ $F_i(a,b) = 0$
(e) Área de indiferença (p) e (q)	$ g_i(a) - g_i(b) > p$ $q < g_i(a) - g_i(b) \leq q$ $ g_i(a) - g_i(b) \leq q$	$F_i(a,b) = 1$ $F_i(a,b) = \{ g_i(a) - g_i(b) - q\} / (p-q)$ $F_i(a,b) = 0$
(f) Critério gaussiano	$[g_i(a) - g_i(b)] > 0$ $[g_i(a) - g_i(b)] \leq 0$	A preferência aumenta segundo uma distribuição normal $F_i(a,b) = 0$

Tabela 1: Critérios e funções preferências

Fonte: ALMEIDA (2011).

1.6 Fluxos de sobreclassificação

Para estabelecer a análise de sobreclassificação, dois indicadores são utilizados:

Fluxo de sobreclassificação de saída $\Phi^+(a)$ da alternativa 'a':

$$\Phi^+(a) = \sum_{b \in A} \pi(a,b) \quad (4)$$

O fluxo positivo representa a "intensidade de preferência" de "a" sobre todas as alternativas "b" do conjunto de A. As melhores alternativas representam maiores valores de

$\Phi^+(a)$ (ALMEIDA, 2011).

Fluxo de sobreclassificação de entrada $\Phi^-(a)$ da alternativa 'a':

$$\Phi^-(a) = \sum_{b \in A} \pi(a, b) \quad (5)$$

Para o fluxo de sobreclassificação de entrada $\Phi^-(a)$, representa a intensidade de preferência de todas as alternativas 'b' (no conjunto A) sobre a alternativa 'a'. Quanto menor $\Phi^-(a)$, melhor a alternativa (ALMEIDA, 2011).

Outra opção de indicador é o fluxo de sobreclassificação líquido $\Phi(a)$, cujos valores normalizados compreendem os valores de -1 e 1:

$$\Phi(a) = \Phi^+(a) - \Phi^-(a) \quad (6)$$

2 I MATERIAIS E MÉTODOS

A Figura 1 detalha a metodologia empregada no trabalho. Inicialmente foi realizada a revisão bibliográfica, cujos principais conceitos sobre indicadores e tomada de decisão foram abordados. Em seguida foram coletados os dados a serem utilizados para posteriormente serem elaborados os critérios pertinentes ao estudo. Logo após foi realizado a aplicação do método PROMETHEE II, através do *software Visual PROMETHEE Academic Edition*®. Por fim foram elaborados os resultados e posteriormente as discussões.

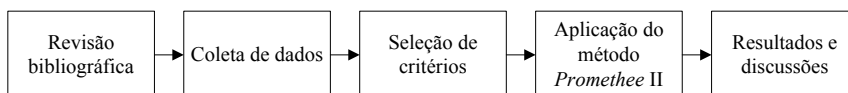


Figura 1 - Metodologia adotada

Fonte: Autores (2020).

2.1 Uso do método PROMETHEE II

As alternativas apresentadas no estudo foram adotadas a partir dos casos confirmados do vírus da Dengue e *Chikungunya*, no período compreendido entre 2015 a 2017. Os dados foram obtidos através da Gerência de Gestão do Trabalho e Educação em Saúde da prefeitura municipal de Caruaru (BRASIL, 2018) e a adição dos valores determinados pelo Manual do Levantamento Rápido de Índices para *Aedes Aegypti* – LIRAA, que procura identificar os criadouros predominantes e a situação de infestação do município (BRASIL, 2018). A Tabela 2 demonstra a avaliação dos critérios utilizados para que seja feita a comparação entre os bairros de forma que a escolha, seja o que apresentar o melhor fluxo líquido, representando a priorização de ações sanitárias e ambientais. Para os objetivos, optou-se por maximizar todos os critérios estabelecidos, de forma a identificar

os que necessitam de uma maior intervenção apresenta maior risco de surto das doenças citadas no estudo e casos confirmados das doenças.

	LIRAA (%)	Dengue (qtd.)	<i>Chikungunya</i> (qtd.)
Agamenom Magalhães	3,68	20	40
Alto do Moura	4,7	19	19
Boa Vista	4,3	40	13
Caiuca	4,53	30	11
Cedro	7,2	12	6
Centenário	5,71	28	10
Divinópolis	5,71	43	10
Indianópolis	3,8	40	15
João Mota	4,53	34	4
Kennedy	5,51	47	14
Maurício de Nassau	2,25	53	9
Morro Bom Jesus	5,71	3	0
Nova Caruaru	2,61	20	9
Petrópolis	3,68	59	53
Rendeiras	4,91	55	24
Riachão	6,86	28	6
Salgado	6,86	173	74
Santa Rosa	6	63	50
São Francisco	5,71	78	27
Vassoural	4,83	62	32

Tabela 2: Matriz de critérios

Fonte: Autores (2020).

Para determinar a ponderação dos pesos, o decisor deve atribuir um peso entre 0 a 10 a cada critério, o que representa a importância relativa ao nível de escala. Para o estudo, foi atribuído um peso único para os critérios, pois foi levado em consideração a igualdade dos indicativos.

Na função de preferência, foi levado em consideração que não existe preferência entre a e b, somente se $g(a) = g(b)$. Quando se é diferente, a alternativa que apresentar um maior valor será a que prevalecerá, logo o que caracteriza o critério (a) Usual descrito na Tabela 1.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

De posse dos dados obtidas com a matriz de alternativas, a Tabela 3 demonstra os resultados dos fluxos positivos, negativos e líquidos, onde é possível identificar o *ranking* entre os bairros.

	Φ (a)	Φ^* (a)	Φ (a)
Salgado	0,9474	0,9649	0,0175
Santa Rosa	0,7544	0,8772	0,1228
São Francisco	0,5965	0,7719	0,1754
Vassoural	0,4035	0,7018	0,2982
Rendeiras	0,2982	0,6491	0,3509
Petrópolis	0,2456	0,614	0,3684
Kennedy	0,1579	0,5789	0,4211
Divinópolis	0,0877	0,5088	0,4211
Centenário	-0,1053	0,4035	0,5088
Riachão	-0,1053	0,4211	0,5263
Indianópolis	-0,1404	0,4211	0,5614
Boa Vista	-0,1754	0,4035	0,5789
Cedro	-0,2105	0,386	0,5965
Agamenon Magalhães	-0,2281	0,3684	0,5965
Alto do Moura	-0,2281	0,386	0,614
Caiucá	-0,2456	0,3684	0,614
Maurício de Nassau	-0,386	0,2982	0,6842
João Mota	-0,4561	0,2632	0,7193
Morro Bom Jesus	-0,5263	0,2105	0,7368
Nova Caruaru	-0,6842	0,1404	0,8246

Tabela 3: Valores dos fluxos

Fonte: Autores (2019).

De posse das informações obtidas, do total de 20 bairros da cidade de Caruaru - PE. Os bairros que apresentam os maiores fluxos líquidos foram: Salgado (0,947), Santa Rosa (0,754), São Francisco (0,596) e Vassoural (0,403). É notório que devido as condições do estudo, esses bairros citados precisam de uma maior intervenção por parte do poder público, de forma que políticas preventivas sejam desenvolvidas através de campanhas educacionais e um aumento de ações efetivas dos agentes de saúde. Os bairros que apresentaram os menores índices foram (em ordem decrescente): Nova Caruaru (-0,684),

Morro Bom Jesus (-0,526), João Mota (-0,456) e Maurício de Nassau (-0,386).

Esse indicativo em comparação com os outros, demonstra que as ações desenvolvidas precisam continuar, de forma que o número de casos possa ser reduzido, porém com a urgência de ações para os bairros citados com os fluxos líquidos positivos.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como proposta a análise de indicativos ligados a arboviroses, com o auxílio do método de sobreclassificação PROMETHEE II como ferramenta de suporte através dos fluxos líquidos dos bairros, onde foi obtido um ranking das localidades que necessitam uma maior intervenção por parte do poder público. A ferramenta se apresentou como satisfatória, pois indica de forma clara e objetiva onde as ações deverão ser realizadas. Outro fato é a aplicabilidade da ferramenta em outros contextos, não só ligado a doenças vinculadas a arboviroses, mas a enfermidades que sejam de interesse de outras pesquisas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. T. **O conhecimento e o uso de métodos multicritério de apoio a decisão**. n.2, Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2011.

ALMEIDA, A. T. **Processo de decisão nas organizações: construindo modelos de decisão multicritério**. São Paulo: Atlas, 2013.

BERNARDES, C; BERNARDES, R. S.; GÜNTHER, W. M. R. **Proposta de índice de salubridade ambiental domiciliar para comunidades rurais: aspectos conceituais e metodológicos**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 23, n. 4, 2018.

BRANS, J. P. **L'ingénierie de la décision; Elaboration d'instruments d'aide à la décision. La méthode PROMETHEE. L'aide à la décision: Nature, Instruments et Perspectives d'Avenir**. Québec. 1982.

BRANS, J. P.; VINCKE, P.; MARESCHAL. B. **How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method**. European Journal of Operational Research. v. 24 p.228-238, 1986.

BRANS, J. P.; MARESCHAL. B. **The PROMCALC & GAIA decision support system for multicriteria decision aid**. Decision Support Systems. p.297-310, 1994.

BRANS, J.P; MARESCHAL, B. **Promethee-Gaia, une Methodologie d'Aide la Décision em Présence de Critères Multiples**. Éditions Ellipses, Bruxelles, 2002.

BRASIL. **Lei nº 11.445/2007 de 5 de janeiro de 2007: Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico**. Diário oficial da união de 08/01/2007, P. 3. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm. Acesso em: 20 de jan. 2018, 2007.

BRASIL. Prefeitura Municipal de Caruaru. Gerência de Gestão do Trabalho e Educação em Saúde. **Relatório do número de casos confirmados de Dengue, Febre Chikungunya e Leptospirose**, 2018.

CARVALHO, J.R. M. de; ARAÚJO CARVALHO, E. K.M. de; DE ARAÚJO, S. M. S.; DANTAS, R. T. **Indicadores de Saúde Ambiental: uma abordagem através do Método Promethee II.** Revista Redes, v. .21, n. 2, p.160-181, 2016.

CÉSAR, C. V. de S. C.; CLEMENTINO, C. F. L.; MALHEIRO, D. R.; MOREIRA, I. C.; JUNIOR, J. L. de A. **Aspectos epidemiológicos da dengue associados ao índice pluviométrico, saneamento básico e drenagem em Juazeiro do norte.** Revista E-ciência, Juazeiro do Norte, v. 4, n. 1, p.74-81, 2016.

CONESAN. CONSELHO ESTADUAL DE SANEAMENTO. **Secretaria de Recursos Hídricos e Saneamento e Obras. Manual de Salubridade Ambiental – ISA.** São Paulo, p. 37, 1999.

DE CARVALHO, J. R. M., CURI, W. F., CURI, R. C., CARVALHO, E. K. M. D. A. **Metodologia para avaliar a sustentabilidade ambiental de municípios utilizando análise multicritério.** REUNIR Revista de Administração Contabilidade e Sustentabilidade, v. 1, n. 1, p. 18-34, 2011.

DIAS, M. C. Índice de salubridade ambiental em áreas de ocupação espontânea: estudo em Salvador, Bahia. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, 2003.

DUARTE, A. D. **Indicador de salubridade ambiental para avaliação de áreas urbanas: Um estudo de caso no Agreste Pernambucano.** Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental. Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru-PE, 65p., 2018.

EGITO, T. B.; FONTANA, M. E.; MORAIS, D. C. **Seleção de alternativas de conservação de água no meio urbano utilizando abordagem multicritério.** Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 19, p. 209-221, 2015.

EICKMANN, S. H.; CARVALHO, M. D. C. G.; RAMOS, R. C. F.; ROCHA, M. A. W.; LINDEN, V. V. D.; DA SILVA, P. F. S. **Síndrome da infecção congênita pelo vírus Zika.** Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 7, n. 32, p.1-3, 2016.

FONTANA, R. L. M.; COSTA, S. S.; DA SILVA, J. A. B.; RODRIGUES, A. de J. **TEORIAS DEMOGRÁFICAS E O CRESCIMENTO POPULACIONAL NO MUNDO.** Ciências Humanas e Sociais Unit, Aracaju, v. 2, n. 3, p.113-124, mar. 2015.

GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S.; ALMEIDA, A. T. **Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério.** São Paulo: Atlas, 2002.

GONÇALVES, A.; VILARTA, R. **Qualidade de Vida: identidades e indicadores.** Revista Qualidade de Vida e Atividade Física: Explorando Teorias e Práticas. Barueri: Manole, p. 03-25, 2004.

GÜNTHER, H. **Como elaborar um questionário. Série Planejamento de Pesquisa nas Ciências Sociais,** n. 1. Brasília, DF: UnB, Laboratório de Psicologia Ambiental, 2003.

MORAIS, D. C.; ALMEIDA, A. T. **Modelo de decisão em grupo para gerenciar perdas de água.** Pesquisa Operacional, v. 26, n. 3, Rio de Janeiro/RJ, set./dez. 2006, p. 567-584, 2006.

MARCHI, C. M. D. F. **Novas perspectivas na gestão do saneamento: apresentação de um modelo de destinação final de resíduos sólidos urbanos.** Revista Brasileira de Gestão Urbana, Salvador, v. 1, n. 7, p.91-105, abr. 2015.

MARTINS, M. de F.; CÂNDIDO, G. A. **Sistemas de Indicadores de Sustentabilidade Urbana: Os desafios do processo de Mensuração, Análise e Monitoramento.** *Revista Sustentabilidade em Debate*, v. 6, p. 138-154, 2015.

ROY, B. **Multicriteria Methodology for Decision Aiding.** Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1996.

SEGURADO, A. C.; CASSENOTE, A. J.; LUNA, E. de A. **Saúde nas metrópoles – Doenças infecciosas. Estudos Avançados**, São Paulo, v. 86, n. 30, p.29-49, 2016.

SEIDL, E. M. F.; ZANNON, C. M. L. da Costa. **Qualidade de Vida e saúde: Aspectos conceituais e metodológicos.** *Caderno Saúde Pública*, v. 20, n. 2, p. 580-587, 2004.

TEIXEIRA, D. A.; PRADO FILHO, J. F.; SANTIAGO, A. F. **Indicador de salubridade ambiental: Variações da formulação e usos do indicador no Brasil.** *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 23, n. 3, p. 543-556, 2018.

UN. UNITED NATIONS. **Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies.** Third Edition. UNDESA, 2007.

INFLUÊNCIA DE ILHAS DE CALOR NA FORMAÇÃO DE ARBOVIROSES - ESTUDO DE CASO NO BAIRRO DE BOA VIAGEM, RECIFE, PE

Data de aceite: 03/08/2020

Eduardo Antonio Maia Lins

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

Giselle de Freitas Siqueira Terra

Universidade Católica de Pernambuco
Recife – Pernambuco

Sérgio de Carvalho Paiva

Universidade Católica de Pernambuco
Recife – Pernambuco

João Victor de Melo Silva

Universidade Católica de Pernambuco
Recife – Pernambuco

Adriana da Silva Baltar Maia Lins

Secretaria de Saúde do Estado de Pernambuco
Recife – Pernambuco

Ana Carolina Albuquerque Barbosa

Universidade Católica de Pernambuco
Recife – Pernambuco

Cecília Maria Mota Silva Lins

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Cabo de Santo Agostinho – Pernambuco

Andréa Cristina Baltar Barros

Centro Universitário Maurício de Nassau
Recife – Pernambuco

Manuela Cristina Mota Lins

Universidade Federal de Pernambuco
Recife - Pernambuco

Josicléia de Souza Ferreira

<http://lattes.cnpq.br/8895857080664990>

RESUMO: Atualmente, um dos maiores problemas sobre as áreas urbanas é a perturbação das características da atmosfera no meio urbano. Os principais motivos para essa ocorrência é a substituição de elementos naturais por elementos artificiais, como edificações e impermeabilização do solo. A troca natural de calor é impedida pelo meio artificial e as características do microclima da região passa a ser alterado. O fenômeno conhecido como Ilhas de Calor é caracterizado pelo aumento da temperatura do ar em áreas formadas por edifícios e baixa densidade arbórea. Este fenômeno é intensificado quando alinhado às altas taxas de emissões atmosféricas. Por sua vez, diversas doenças encontram meios favoráveis para disseminação em meio à desorganização das cidades. O mosquito *Aedes aegypti*, por exemplo, principal vetor das arboviroses (dengue, Zika e Chikungunya), adaptou-se facilmente ao ambiente urbano, devido ao maior número de habitantes aglomerados, temperatura elevada e uma maior quantidade de criadouros artificiais. Este trabalho teve como objetivo constatar a ocorrência do fenômeno de ilhas de calor, caracterizar sua intensidade, monitorar seu desenvolvimento e sugerir prováveis influências na geração de arboviroses, tendo como referência o bairro da Boa Viagem, Recife-PE. As medições de ilhas de calor foram realizadas utilizando sensores de temperatura e umidade em pontos distintos do bairro, tendo como referência uma área com significativa densidade de vegetação, e outros pontos com alto fluxo veicular e densidade populacional localizados no

Bairro de Boa Viagem. Os dados dos casos de arboviroses pesquisados no trabalho foram fornecidos pelo Setor de Vigilância Epidemiológica da Secretaria de Saúde do Recife. Notou-se que a taxa de infecção é maior nessas regiões com concentração de ilhas de calor, que acabam tendo a temperatura mais elevada em relação a outras áreas. A ocorrência das arboviroses pode estar ligada a vários fatores, mas o impacto do clima nesse panorama vem ganhando atenção.

PALAVRAS-CHAVE: Temperatura, Umidade, Saúde, População, Recife.

INFLUENCE OF HEAT ISLANDS ON THE FORMATION OF ARBOVIROSES - CASE STUDY IN THE NEIGHBORHOOD OF BOA VIAGEM, RECIFE, PE

ABSTRACT: Currently, one of the biggest problems in urban areas is the disturbance of the characteristics of the atmosphere in the urban environment. The main reasons for this occurrence is the substitution of natural elements for artificial elements, such as buildings and soil waterproofing. The natural exchange of heat is prevented by the artificial medium and the characteristics of the region's microclimate are changed. The phenomenon known as Heat Islands is characterized by an increase in air temperature in areas formed by buildings and low tree density. This phenomenon is intensified when aligned with the high rates of atmospheric emissions. In turn, several diseases find favorable means for dissemination amid the disorganization of cities. The *Aedes aegypti* mosquito, for example, the main vector of arboviruses (dengue, Zika and Chikungunya), easily adapted to the urban environment, due to the greater number of crowded inhabitants, high temperature and a greater number of artificial breeding sites. This work aimed to verify the occurrence of the phenomenon of heat islands, characterize its intensity, monitor its development and suggest probable influences on the generation of arboviruses, having as reference the neighborhood of Boa Viagem, Recife-PE. The measurements of heat islands were performed using temperature and humidity sensors in different points of the neighborhood, having as reference an area with significant density of vegetation, and other points with high vehicular flow and population density located in the neighborhood of Boa Viagem. The data on the cases of arboviruses surveyed in the study were provided by the Epidemiological Surveillance Sector of the Recife Department of Health. It was noted that the infection rate is higher in these regions with a concentration of heat islands, which end up having the highest temperature in relation to other areas. The occurrence of arboviruses can be linked to several factors, but the impact of the climate in this panorama has been gaining attention.

KEYWORDS: Temperature, Humidity, Health, Population, Recife.

1 | INTRODUÇÃO

Nos últimos anos vários estudos (CHRISTEN; VOGT, 2004; GARTLAND, 2010; FIALHO, 2012; ALVES, 2017; LINS *et al*, 2019) têm mostrado que os espaços urbanos constituem verdadeiros polos de concentração de calor comparado ao meio de um ambiente não urbano, caracterizando-se como aquilo que a comunidade científica chama de Ilha de Calor. As cidades contribuem para a alteração do balanço de energia modificando os padrões térmicos e de qualidade do ar entre outros. As primeiras observações deste

fenômeno datam do início do século XIX, quando Luke Howard, químico e meteorologista fez suas primeiras observações em Londres. Bem mais recente, a comunidade científica internacional, tem dado grande importância sobre o impacto que as megacidades produzem na atmosfera global, além dos efeitos no clima urbano em escala local e regional (MEIRELES, 2011).

A tendência de poluir a atmosfera é proeminente em países em desenvolvimento, enquanto tende a se estabilizar em países desenvolvidos, pois, sabe-se que as forças motoras da poluição do ar são a urbanização, consumo de energia, incremento nos transportes, motorização, aumento da população urbana (CHEN; KAN, 2008), além da industrialização descontrolada. Em geral, os governantes tendem a ignorar a problemática da poluição atmosférica por diversos fatores, como a falta de conhecimento e de políticas públicas adequadas. A visão que se tem por parte dos governantes é que políticas de controle ambientais podem ser antieconômicas e que tais regulações poderiam influenciar negativamente no crescimento econômico (MCGRANAHAN; MURRAY, 2012). Porém, de acordo com Fajersztajn *et al* (2013), sabe-se que países desenvolvidos socialmente e economicamente desenvolvem leis mais rígidas e por consequência, com menores índices de poluição.

O desequilíbrio causado pelas mudanças devido ao crescimento desenfreado das cidades dá vez ao fenômeno de Ilhas de Calor caracterizado pelo aumento da temperatura do ar em áreas predominantemente formada por edifícios e pela baixa disponibilidade de unidades arbóreas. Quando esses fatores se aliam às altas taxas de emissões atmosféricas causadas por carros e indústrias, temos a intensificação deste fenômeno. Embora seja um tema bastante conhecido pela comunidade acadêmica e até mesmo pelo senso comum, os governantes falham por não realizarem uma ação mitigadora para tratar desde fenômeno que tanto causa desconforto na saúde da população. É relevante o estudo das relações do clima com a saúde, sobretudo em perspectiva das mudanças climáticas globais e na previsão de seus prováveis efeitos e vulnerabilidades (SILVA; RIBEIRO; SANTANA, 2014).

A dengue, por exemplo, é uma doença endêmica ou pandêmica reemergente, que ocorre praticamente em todas as regiões tropicais e subtropicais do planeta. De acordo com Silva-Voorham *et al* (2009), os países localizados nestas regiões são mais suscetíveis em função de diversos condicionantes, dentre eles as alterações climáticas, variabilidade do clima. As alterações climáticas impactam no aumento de mais de 2 bilhões o número de pessoas expostas a dengue e as projeções para 2085 sugerem que cerca de 5 a 6 bilhões de pessoas (50 a 60 % da população global) estarão em risco de transmissão da doença (HAELS *et al*, 2002). Este trabalho teve como objetivo constatar a ocorrência do fenômeno de ilhas de calor, caracterizar sua intensidade, monitorar seu desenvolvimento e comparar com os dados epidemiológicos relacionados as arboviroses a fim sugerir possíveis correlações, tendo como referência o bairro da Boa Viagem, Recife-PE.

2 | METODOLOGIA

2.1 Área de Estudo

A área de estudo é a cidade do Recife, capital de Pernambuco, que está situada entre a latitude 8°02'47" S e longitude 34°55'48" W de Greenwich, compreendendo uma área de 218 km². A região possui clima tropical quente e úmido (As'), de acordo com a classificação de Köppen (2004), e tem temperatura média anual de 25,4°C e amplitude de 2,8°C, com umidade relativa do ar médio anual de 84%. O regime de chuvas caracteriza-se por dois períodos distintos: uma estação seca ou de estiagem, que se prolonga de setembro a fevereiro (primavera-verão) e uma estação chuvosa, de março a agosto (outubro-inverno), com índice pluviométrico anual médio superior a 1.600 mm (ATLAS AMBIENTAL DO RECIFE, 2000).

Os pontos de amostragem foram determinados em função das características antrópicas devido a presença de automóveis e alta concentração de edifícios, além dos pontos de ambientes onde há a presença de vegetação arbórea e localização próxima ao oceano. Os pontos de medição estão localizados dentro dos limites do bairro selecionado, englobando 3 pontos estratégicos, sendo assim distribuídos:

- Ponto 1 - Localizado na Avenida Conselheiro Aguiar, em cruzamento com a rua Ribeiro de Brito (8°7'32.69"S; 34°53'55.69"O).
- Ponto 2 - Localizado na Rua Navegantes (8°7'29.73"S; 34°53'52.08"O).
- Ponto 3 - Localizado na Avenida Boa Viagem (8°7'30.06"S; 34°53'48.96"O).



Figura 1 – Local Analisado.

Fonte: Google Maps (2020).

2.2 Materiais

Foram utilizados sensores DHT 22 para coleta dos dados meteorológicos, oferecendo uma acurácia de 2% para umidade e 0,5°C para temperatura com um time de 2 segundos para cada coleta. Este aparelho opera com variações de temperatura que vão de -45°C até 80°C e de 0-100% de umidade relativa do ar. Este equipamento não é à prova d'água, podendo ser danificado facilmente. Em consonância com este equipamento, foi utilizado também um termohigrômetro digital com sensor externo que possui acurácia de 1°C para temperatura e 5% para umidade, operando a uma faixa de temperatura que vai de -50°C até 70°C, possuindo um "time" de 10 segundos. Contudo, os sensores DHT22 funcionam junto a uma plataforma Arduino, necessitando um circuito e software para que ele realize sua função em campo.

2.3 Métodos

O fenômeno de ilhas de calor é definido a partir da diferença de temperatura do ar observada dentro da área urbana ou em comparação com a área rural (FIALHO, 2012). A cidade do Recife não dispõe de muitas estações meteorológicas fixas espalhadas pela cidade, por esse motivo se fez necessária aplicar a metodologia de transectos móveis, como retrata Gartland (2011), que consiste em percorrer um trajeto predeterminado por uma região, parando em locais representativos para obter medidas utilizando apenas um tipo de instrumentação meteorológica, nesse caso, o sensor.

Todos os sensores foram calibrados em conjunto, entretanto podem aparecer erros no momento da medição quanto a uma rajada de vento que possa retirar calor do sensor dando uma leitura que não caracterize as ilhas de calor por se tratar de um evento ou até mesmo o fato de algo ou alguém passar próximo ao sensor no momento da medição pode caracterizar numa leitura não válida. As medições foram realizadas de forma manual, deslocando até o ponto determinado e fazendo a leitura do sensor na hora designada no relógio, a cada 30 minutos, começando às 14h e finalizando às 16h.

Para a classificação de intensidade da ilha de calor, utilizou-se a classificação adotada por BRANDÃO (1996), conforme Tabela 1.

Valor	Intensidade da Ilha de Calor
0°C – 2°C	Fraca
2°C – 4°C	Moderada
4°C – 6°C	Forte
> 6°C	Muito Forte

Tabela 1: Relação de intensidade e valor da ilha de calor

Fonte: BRANDÃO (1996).

Quanto aos dados dos casos de dengue pesquisados no trabalho foram fornecidos pelo Setor de Vigilância Epidemiológica da Secretaria de Saúde do Recife para o bairro analisado.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises realizadas através dos termohigrômetros para o local selecionado no bairro da Boa Viagem tiveram como resultado variância de acordo com os locais e horários em estudo. A partir da Figura 2, do gráfico da umidade versus o período de análise, observou-se que o comportamento de cada um deles é influenciado de acordo com o aumento de concentração urbana, seja pela maior circulação de tráfego de automóveis, da presença de edifícios, da existência de ambientes arbóreos e do oceano.

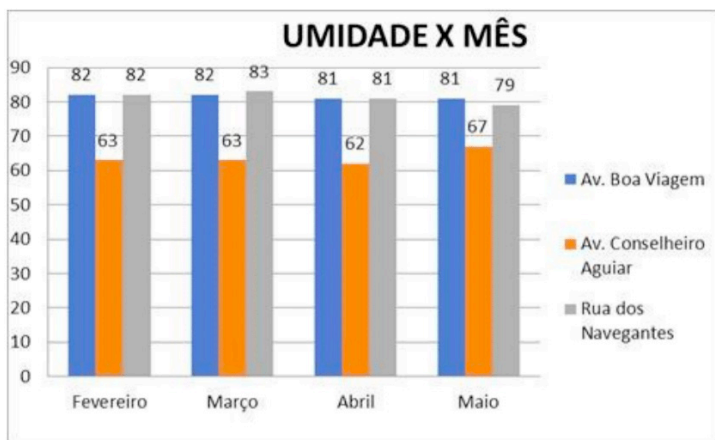


Figura 2 - Relação umidade versus mês no trecho analisado do Bairro da Boa Viagem, Recife/ PE.

Tanto a rua dos Navegantes quanto a avenida Boa Viagem são próximas ao mar, apresentando uma umidade elevada (cerca de 90%) para o período final de análise, onde a avenida Conselheiro Aguiar que se encontra um pouco mais distante do litoral, a sua umidade final já se apresentava 18% inferior comparada as demais. Pôde-se observar que o comportamento destas variáveis foi influenciado de acordo com o aumento de concentração urbana, de circulação de tráfego de automóveis, de presença de edifícios, da existência de ambientes arbóreos e do oceano. Notou-se que os meses apresentaram uma média similar quanto as umidades coletadas, onde a umidade era diretamente proporcional com o horário analisado, com isso, às 14 horas a umidade, em ambos os pontos estudados, apresentava uma baixa porcentagem, e já para o horário das 16 horas a umidade apresentou-se mais elevada em cada ponto. Segundo Alves (2017), normalmente pela manhã, a diferença de

temperatura entre áreas urbanas e rurais é geralmente menor. Essa diferença aumenta ao longo do dia conforme as superfícies urbanas absorvem radiação solar e a reemite em forma de ondas longas aquecendo o ar urbano.

Em relação a Figura 3, a temperatura mais elevada foi encontrada para a avenida Conselheiro Aguiar que se encontra mais distante do mar, onde também se encontra uma baixa incidência de cobertura vegetal e uma alta circulação de veículos diariamente. Ressalta-se ainda que as regiões urbanizadas são tipicamente mais eficientes em armazenar energia solar, como calor, na parte interna de suas infraestruturas, podendo absorver e armazenar duas vezes mais calor que áreas não urbanizadas conforme observado por Christen & Vogt (2004).

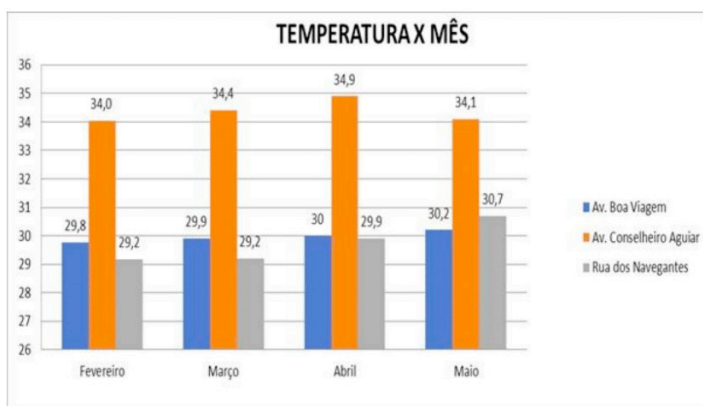


Figura 3 - Relação temperatura versus mês no Bairro da Boa Viagem

De um modo geral observa-se um aumento de temperatura na ordem de 4,2°C para distâncias inferiores a 2 km de um ponto a outro. De acordo com Brandão (1996), trata-se de uma ilha de calor de alta intensidade. De acordo com estudos realizados por Santos (2011) em sua dissertação de mestrado, do período de 1998 a 2010, para os mesmos pontos estudados na cidade do Recife, baseado nas estações ora existentes, observou-se uma variação de temperatura na ordem de 1,5°C. Para um intervalo de 12 anos, houve um aumento de cerca de 2,7°C, podendo demonstrar uma tendência da área quanto a intensidade das ilhas no decorrer do tempo. Analisando as Figuras 4 e 5, é possível observar a semelhança de temperatura e umidade nos pontos da Avenida Boa Viagem e Rua dos Navegantes devido a sua posição geográfica e presença de áreas arbóreas e proximidade ao oceano, diferentemente da Avenida Conselheiro Aguiar, que possui características termais e de umidade distintos.

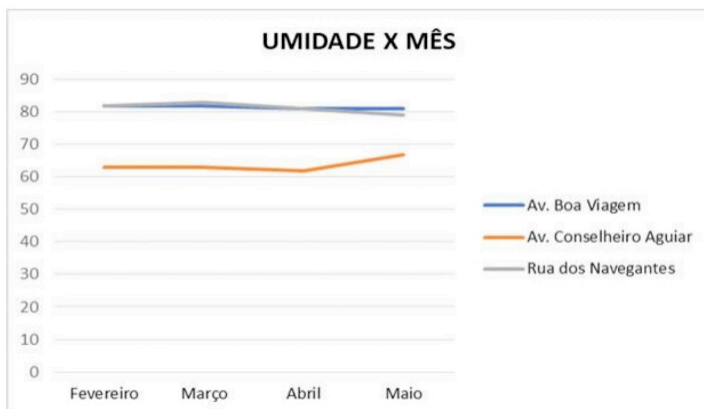


Figura 4 - Relação umidade versus período no Bairro da Boa Viagem

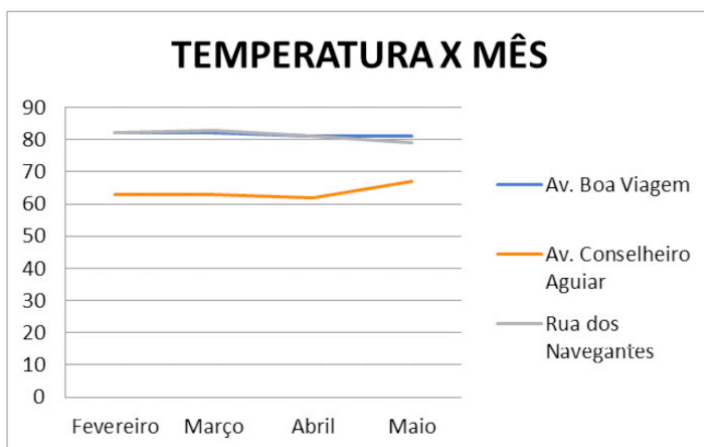


Figura 5 - Relação temperatura versus período no Bairro da Boa Viagem.

De acordo com Ribeiro *et al.* (2006), a dinâmica do vetor da dengue está associada às mudanças climáticas como o aumento da temperatura, variações na pluviosidade e umidade relativa do ar, condições estas que favorecem maior número de criadouros disponíveis e conseqüentemente o desenvolvimento do vetor.

Honório *et al.* (2009) sugerem que a temperatura média mensal acima de 22-24° C está fortemente associada com abundância do *Ae. aegypti* e por conseqüência maior risco de transmissão da doença. Já Miyazaki *et al.* (2009) em estudo de monitoramento através de ovitrampas realizado em Cuiabá, MT, entre agosto de 2004 a agosto de 2005, uma das capitais mais quentes do país (média máxima por volta de 31° C), evidenciaram correlação significativa com a temperatura máxima, média e mínima. De acordo com Favier *et al.* (2006), o número médio de pupas por recipiente positivo aparece intimamente associado com a temperatura média. Considerou-se que a variável umidade relativa do ar

também favoreceu o número de recipientes positivos, Vila Planalto, Brasília. Resultados semelhantes referenciando São Sebastião, SP9, indicaram que os valores mais elevados de temperatura e umidade relativa do ar foram registrados entre novembro a abril, meses estes também em que se observaram os maiores índices de densidade larvária do *Ae. Aegypti*.

Baseado nos estudos realizados, nota-se que a incidência de Ilhas de Calor pode estar diretamente associada ao aumento de dengue, uma vez que estão associadas ao aumento da temperatura e redução da umidade. De acordo com Almeida, Cota & Rodrigues (2019), os maiores índices de infestação são localizados em bairros com alta densidade populacional e baixa cobertura vegetal, em que há falta de infraestrutura e onde o mosquito encontra alimento de forma mais fácil.

O número de casos suspeitos de arboviroses aumentou mais de 100% no estado no primeiro semestre de 2019, em comparação com o mesmo período de 2018 para o Estado de Pernambuco. A quantidade de notificações de zika subiu 197,8%, os registros de dengue cresceram 123,1% e os de chikungunya aumentaram 115,9%, segundo dados da Secretaria Estadual de Saúde. Os dados registrados se referem ao período entre os dias 30 de dezembro de 2018 e 29 de junho de 2019. Ainda segundo o documento, foram notificadas em Pernambuco 56 mortes por arboviroses nos seis primeiros meses de 2019. No mesmo período do ano passado, houve registro de 52 óbitos, o que equivale a um aumento de 7,6%. No primeiro semestre de 2019, foram registrados 32.952 casos suspeitos de dengue. No mesmo período no ano passado, o governo notificou 14.771 ocorrências. A quantidade de casos de dengue confirmados chegou a 6.148 casos de dengue, 183 de chikungunya e 43 de zika, e foram descartadas 7.452 suspeitas.

Analisando a cidade do Recife, segundo dados da Secretaria de Saúde, foram notificados 469 casos, sendo 423 de dengue, 39 de chikungunya e sete de zika na cidade em 2019. Desses números, foram confirmados 73 casos de dengue e três de chikungunya. Quando comparado ao mesmo período do ano passado, houve redução de 30,5% das notificações e 74,5% dos casos confirmados. Considerando os 345 casos prováveis (casos notificados, exceto os descartados), 50,72% estão concentrados nos distritos sanitários IV (26,38%), VII (12,46) e VI (11,88%). Ressalta-se que o bairro de Boa Viagem pertence ao distrito sanitário VI, fazendo parte das maiores concentrações dos casos de dengue na cidade do Recife.

Os dados dos casos de dengue pesquisados no trabalho foram fornecidos pelo Setor de Vigilância Epidemiológica da Secretaria de Saúde do Recife que registraram no período deste estudo que cerca de 142 casos da doença foram notificados e apenas 91 confirmadas no bairro da Boa Viagem. Dos 91 casos confirmados, 86 casos foram de dengue clássica e 5 de Chikungunya. Comparando-se os dados de dengue obtidos para o bairro analisado e os dados de dengue de todo o estado de Pernambuco, nota-se que o percentual de incidência de local representa 1,5% do valor total dos casos confirmados.

Porém, ao comparar com os dados da Região Metropolitana do Recife, essa representação passa para 23%. O bairro de Boa Viagem, apesar de apresentar um Risco Médio de incidência da Harbovirose, para o período estudado, tem condições ambientais propícias para a ampliação do desenvolvimento da doença, isso sem levar em consideração a variável população, uma vez que o bairro contempla o maior número de pessoas na cidade.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há diferença de temperatura e umidade no bairro estudado, principalmente quando comparado às áreas que possuem uma boa densidade vegetal e áreas que não possuem unidades arbóreas. Notou-se uma relação que quanto maior a concentração de edifícios e menor a disponibilidade vegetal do local, maior a incidência e intensidade do fenômeno de Ilhas de Calor.

Acha-se um erro atribuído à precisão do sensor, às condições climáticas dos dias de medição e ao próprio processo de operação do equipamento. Entretanto, a tendência da medição aponta para a presença do fenômeno de Ilhas de Calor no bairro estudado. Todavia para realizar a caracterização da intensidade do fenômeno são necessárias outras ferramentas de trabalho para que se possa reunir um grupo maior de dados para uma precisão maior da média.

A presente pesquisa mostra uma pequena diferença no microclima da região ocasionada pelas Ilhas de Calor em áreas, dentro de um mesmo bairro, com e sem vegetação, sendo influenciada também pelo fluxo de veículos.

Para um intervalo de 12 anos, quando comparada a outra pesquisa realizada, houve um aumento de cerca de 2,7°C, podendo demonstrar uma tendência da área quanto a intensidade das ilhas no decorrer do tempo.

As ilhas de calor dos centros urbanos podem ter incidência de dengue, onde a taxa de infecção é maior nessas regiões com concentração de prédios e asfalto e pouco arborizadas, que acabam tendo a temperatura mais elevada em relação a outras áreas.

O bairro de Boa Viagem, apesar de apresentar um Risco Médio de incidência da Harbovirose, para o período estudado, tem condições ambientais propícias para a ampliação do desenvolvimento da doença, isso sem levar em consideração a variável população, uma vez que o bairro contempla o maior número de pessoas na cidade.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. S.; COTA, A. L. S.; RODRIGUES, D. F. Saneamento, Arboviroses e Determinantes Ambientais: Impactos na saúde urbana. **Cien Saude Colet** [periódico na internet] (2019/Fev). [Citado em 05/06/2020]. Está disponível em: <http://www.cienciaesaudecoletiva.com.br/artigos/saneamento-arboviroses-e-determinantes-ambientais-impactos-na-saude-urbana/17113?id=17113>

ALVES, E. D. L.; Ilha de calor urbana em cidade de pequeno porte e a influência de variáveis geourbanas. **Revista Brasileira de Climatologia**, 2017, p. 97 - 116.

BRANDÃO, A.M.P.M. (1996). **O Clima Urbano da Cidade do Rio de Janeiro**. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo. 362p.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Mudanças climáticas e ambientais e seus efeitos na saúde: cenários e incertezas para o Brasil**. Organização Pan-Americana da Saúde. Brasília; 2008.

CHRISTEN, A.; VOGT, R. Energy and radiation balance of a Central European city. *International Journal of Climatology*, **Chichester**, v.24, 2004, p.1395-1421.

DHIMAN, R. C.; PAHWA, S.; DHILLON, G. P.; DASH, A. P. Climate change and threat of vector-borne diseases in India: are we prepared? **Parasitol Res**, v. 106, n. 4, 2010, p. 763-773.

FAVIER, C.; DEGALLIER, N.; VILARINHOS, P. T.; CARVALHO, M. S.; YOSHIZAWA, M. A.; KNOX, M. B. Effects of climate and different management strategies on *Aedes aegypti* breeding sites: a longitudinal survey in Brasília (DF, Brazil). **Trop Med Int Health**, v. 11, n. 7, 2006, p. 1104-1118.

FIALHO, E. S.; Ilhas de Calor: reflexões acerca de um conceito. **ACTA Geográfica**, Boa Vista, Ed. Esp. Climatologia Geográfica. 2012, pg 61-76.

GARTLAND, L.; **Ilhas de Calor. Como mitigar zonas de calor em áreas urbanas**. Tradução Sílvia Helena Gonçalves. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

HAELS, S.; WET, N.; MAINDONAL, J.; WOODWARD, A.; Potential effect of population and climate changes on global distribution of dengue fever: an empirical model. **Lancet**, v. 36, n. 9336, 2002, p. 830-834.

HONÓRIO, N. A.; CODEÇO, C. T.; ALVES, F. C.; MAGALHÃES, M. A.; LOURENÇO, R. O.; Temporal distribution of *Aedes aegypti* in different districts of Rio de Janeiro, Brazil, measured by two types of traps. **J Med Entomol**, v. 46, n. 5, 2009, p. 1001-1114.

KÔEPPEN, W. **Sistema Geográfico dos Climas**. Notas e Comunicações de Geografia. n. 12, 2004, p. 4-29.

LINS, E. A. M.; BRITO, A. L. B. S; TERRA, G. V. S.; PAIVA, S. C.; BATISTA, R. H. S.; **Análise da Intensidade de Ilhas de Calor na Cidade do Recife, PE**. 2 Congresso Sul Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade, Foz do Iguaçu, PR, 2019.

MCGRANAHAN, G.; MURRAY, F. **Air Pollution and Health in Rapidly Developing Countries**. Chicago: Taylor & Francis, 2012.

McMICHAEL, A. J.; WILKINSON, P.; KOVATS, S.; PATTENDEN, S.; HAJAT, S.; ARMSTRONG, B.; VAJANAPOOM, N. *et al*. International study of temperature, heat and urban mortality: the 'ISOTHERM' project. **International Journal of Epidemiology**, v. n. 37, 2008, p. 1121 - 1131.

MIYAZAKI, R. D.; RIBEIRO, A. L.; PIGNATTI, M. G.; CAMPELO, J. H.; PIGNATI, M.; Monitoring of *Aedes aegypti* mosquitoes (Linnaeus, 1762) (Diptera: Culicidae) by means of ovitraps at the Universidade Federal de Mato Grosso Campus, Cuiabá, State of Mato Grosso. **Rev Soc Bras Med Trop**, v. 42, n. 4, 2009, p. 392-397.

PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE. **Serviços para o turista**. Disponível em: <<http://www2.recife.pe.gov.br/>>. Último acesso em: 10 de junho de 2019.

RIBEIRO, A. F.; MARQUES, G. R.; VOLTOLINI, J. C.; CONDINO, M. L. Associação entre incidência de dengue e variáveis climáticas. **Rev Saúde Pública**, v. 40, n. 4, 2006, p. 671-676.

SANTOS, T. O; **Identificação de Ilhas de Calor em Recife-PE por meio de sensoriamento remoto e dados meteorológicos de superfície**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Recife, PE, 2011.

SILVA, E. N.; RIBEIRO, H.; SANTANA, P.; Clima e saúde em contextos urbanos: uma revisão da literatura. **Biblio 3w**, v.19, n. 1092, 2014.

SILVA-VOORHAM, J. M.; TAMI, A.; JULIANA, A. E; RODENHUIS, Z. I. A.; WILSCHUT, J. C.; SMIT, J. M. Dengue: a growing risk to travellers to tropical and sub-tropical regions. **Ned Tijdschr Geneeskd**, n.153, 2009.

SUTHERST, R. W. Global change and human vulnerability to vector-borne diseases. **Clin Microbiol Ver**, v.17, n. 1, 2004, p. 136-173.

USO DO GEOPROCESSAMENTO NO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO

Data de aceite: 03/08/2020

Data de submissão: 01/06/2020

Mariana Veloso Nollys Braga

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro – RJ

<http://lattes.cnpq.br/5183027586483642>

RESUMO: Este artigo tem como objetivo apresentar um panorama geral do Brasil e da região Sudeste, consolidando o estudo no município do Rio de Janeiro, com relação à quantidade de resíduos sólidos gerados nos últimos anos, a sua destinação e processo aplicado atualmente. A Cidade do Rio de Janeiro ocupa uma área aproximada de 1.200 km², ao qual é confrontante com os municípios de Nova Iguaçu, Itaguaí, Nilópolis, São João de Meriti, Mesquita e Duque de Caxias e banhada a leste pela Baía de Guanabara, a oeste pela Baía de Sepetiba e ao sul pelo Oceano Atlântico. A Cidade do Rio de Janeiro é dividida em 5 Áreas de Planejamento (APs), ao qual é composto por 33 Regiões Administrativas e 161 bairros. Sendo a segunda maior cidade do Brasil, o Rio de Janeiro possui uma população de aproximadamente 6,5 milhões de habitantes. Atualmente, devido ao aumento da população no município somado a crescente geração de resíduos sólidos, surge a necessidade uma abordagem sustentável e integração das melhores estratégias para que a problemática dos resíduos seja realizada

de forma adequada e de acordo com as regulamentações vigentes no país. Através de pesquisa bibliográfica juntamente com a disponibilização de dados e documentos pertinentes ao município do Rio de Janeiro, foi possível aplicar o Sistema de Informação Geográfica (SIG) no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos no município do Rio de Janeiro, além de propor a utilização de um SIG na sugestão de implantá-lo no Centro de Tratamento de Resíduos (CTR). A partir da atual relevância na crescente produção de resíduos sólidos pela população e no contexto vital de gerenciamento destes resíduos, é possível verificar que esses resíduos tem uma precária disposição final, com isso, disseminando doenças, contaminando o solo e águas subterrâneas pelo chorume e entre outros.

PALAVRAS-CHAVE: Gerenciamento de resíduos, Resíduos sólidos urbanos, Rio de Janeiro.

USE OF GEOPROCESSING IN THE MANAGEMENT OF URBAN SOLID WASTE IN THE MUNICIPALITY OF RIO DE JANEIRO

ABSTRACT: This article aims to present an overview of Brazil and the Southeast region, consolidating the study in the municipality of Rio de Janeiro, with regard to the amount of solid waste generated in recent years, its destination and the process currently applied. The City of Rio de Janeiro occupies an area of approximately 1,200 km², which faces the municipalities of Nova Iguaçu, Itaguaí, Nilópolis, São João de Meriti, Mesquita and Duque de Caxias and bathed in

the east by Guanabara Bay, in the west through Sepetiba Bay and to the south by the Atlantic Ocean. The City of Rio de Janeiro is divided into 5 Planning Areas (APs), which comprises 33 Administrative Regions and 161 neighborhoods. As the second largest city in Brazil, Rio de Janeiro has a population of approximately 6.5 million inhabitants. Currently, due to the increase in population in the municipality plus the growing generation of solid waste, there is a need for a sustainable approach and integration of the best strategies so that the problem of waste is carried out properly and in accordance with the regulations in force in the country. Through bibliographic research together with the availability of data and documents relevant to the city of Rio de Janeiro, it was possible to apply the Geographic Information System (GIS) in the management of urban solid waste in the city of Rio de Janeiro, in addition to proposing the use of a GIS in the suggestion of implanting it in the Waste Treatment Center (CTR). Based on the current relevance in the growing production of solid waste by the population and in the vital context of managing this waste, it is possible to verify that this waste has a precarious final disposition, thereby spreading diseases, contaminating the soil and groundwater with leachate and between others.

KEYWORDS: Waste management, solid urban waste, Rio de Janeiro.

1 | INTRODUÇÃO

O crescimento populacional associado a elevada taxa de urbanização tem gerado uma crescente produção de resíduos sólidos pela população mundial. O gerenciamento destes resíduos sólidos urbanos vem sendo motivo de grande preocupação nas grandes cidades, já que quando estes resíduos são dispostos de forma inadequada, acarretam diversos problemas ambientais e de saúde pública.

Segundo o relatório *What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management* emitido pelo *The World Bank* (2012), no ano de 2025 há uma projeção que serão gerados no mundo 2,2 bilhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos por ano, 70% a mais do que foi gerado no ano de 2012. Além disso, em 2002 a média de geração per capita era de 0,64 kg/hab/dia, em 2012 de 1,2kg/hab/dia e o estimado para 2025 é de 1,42kg/hab/dia.

Segundo MOREIRA e NETO (2010), a geração de resíduos é cerca de três vezes o crescimento populacional observado nos últimos trinta anos devido ao crescente consumo de bens não duráveis. No Brasil, em 2014 foi registrado um aumento de 2,9% na geração de resíduos sólidos urbanos comparado ao ano de 2013, enquanto o aumento populacional foi de apenas 0,9% (ABRELPE, 2014).

A projeção de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) gerados no Brasil é resultante da soma de cada região do país, apresentando um valor total anual de quase 78,3 milhões de toneladas, resultante de uma queda de 2% no montante gerado em relação à 2015 (ABRELPE, 2016).

Os dados registrados e apresentados pela ABRELPE (2016), resultou em uma piora ao ser comparado com o ano de 2015, com relação a disposição final dos RSU coletados, sendo 58,7% para 58,4% ou 41,7% de toneladas enviadas para aterros sanitários. A

disposição inadequada continuou sendo realizada por 3.331 municípios brasileiros, que enviaram mais de 29,7 milhões de toneladas de resíduos, correspondentes a 41,6% do coletado em 2016, para lixões ou aterros controlados, que não possuem o conjunto de sistemas e medidas necessários para proteção do meio ambiente contra danos e degradações.

Segundo os dados apresentados pela ABRELPE (2016), indica um crescimento de 0,8% entre 2015 e 2016, enquanto a geração per capita de RSU registrou queda quase 3% no mesmo período. A geração total de resíduos sofreu queda de 2% e chegou a 214.405 t/dia de RSU gerados no país.

Na região Sudeste, os 1.668 municípios geraram em 2016, a quantidade de 104790 ton/dia de RSU, das quais 98% foram coletadas. Dos resíduos coletados na região, 27,3%, correspondentes a 27.978 toneladas diárias, ainda são destinadas para lixões e aterros controlados, conforme o Gráfico 1 (ABRELPE, 2016).



Gráfico 1 – Disposição final de RSU na região Sudeste (T/DIA)

Fonte: Abrelpe/IBGE

Estes dados confirmam a problemática existente quanto a destinação dos resíduos sólidos, já que ao observarmos as porcentagens dispostas acima, verificamos que ainda há muitos lixões, representando aproximadamente 17% da disposição final no País.

No Município do Rio de Janeiro, o lixo urbano é comumente disposto a céu aberto, criando condições insalubres além de poluir solos, cursos d'água e o ar. Essa problemática da disposição dos resíduos sólidos urbanos tem se tornado uma questão de interesse público. Neste contexto, é importante que o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos seja realizado de forma a considerar as condições ambientais do município, para que seja

possível gerenciar os impactos ambientais provocados pela má disposição dos resíduos sólidos, conforme lixões e aterros sanitários.

De acordo com COSTI et al. (2004), o maior desafio para gestores e planejadores é o de seguir uma abordagem sustentável e integrar todas as estratégias que irão produzir a melhor opção possível da gestão integrada de resíduos.

Para verificação das condições ambientais o geoprocessamento é uma ferramenta excelente para manejo das informações geográficas em uma dada localidade, neste caso no município do Rio de Janeiro.

Para tanto, a metodologia a ser utilizada consiste no geoprocessamento das informações, analisando as áreas do município através do SIG como ferramenta para auxílio e estudo dos critérios de áreas para disposição de resíduos, tais como distância da malha urbana, facilidades de vias de acesso, proximidades com os recursos hídricos, aspectos geomorfológicos, direção do vento dentre outros. O SIG são sistemas automatizados usados para armazenar, analisar e manipular dados geográficos.

Assim foi elaborada a temática deste artigo considerando a necessidade do gerenciamento adequada dos resíduos para garantir a proteção e conservação do meio ambiente, dos recursos naturais e da saúde humana aliada ao uso do Sistema de Informação Geográfica.

Dessa forma, o presente artigo irá tratar do uso do geoprocessamento no gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no Município do Rio de Janeiro.

2 | OBJETIVOS

O objetivo do artigo consiste em apresentar inicialmente o contexto do setor de RSU e sua destinação no Brasil e na região Sudeste de forma sucinta, a fim de abordar as questões do plano de monitoramento do RSU no Município da Cidade do Rio de Janeiro.

O artigo também tem o objetivo em apresentar a aplicação de um Sistema de Informação Geográfica no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos no município, aprofundando as especificidades da temática de resíduos sólidos urbanos em relação a sua disposição no Município do Rio de Janeiro com foco na garantia que seja bem controlado e de acordo com as necessidades a regulamentação pertinente. Os objetivos secundários são:

- Estudar a aplicação de um Sistema de Informação Geográfica dentro do planejamento urbano;
- Propor a utilização de um Sistema de Informação Geográfica para sugestão de uma nova área para destinação dos resíduos sólidos urbanos no município do Rio de Janeiro.
- Apresentar a destinação dos resíduos sólidos urbanos da cidade do Rio de Janeiro

3 | JUSTIFICATIVA

De acordo com a Fundação Nacional de Saúde (2010), os resíduos sólidos urbanos constituem um importante problema sanitário se não forem adotadas medidas necessárias para o seu cuidado, assim o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos é essencial para promoção da saúde e bem-estar social.

Neste contexto, em 2010 a Lei no. 12.305/2010 regulamentada pelo Art.71. do Decreto 7.404/10 que instituiu o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos - SINIR, sob a coordenação e articulação do Ministério do Meio Ambiente, foi estabelecida com a finalidade de disponibilizar periodicamente à sociedade o diagnóstico da situação dos resíduos sólidos no País, por meio do Inventário Nacional de Resíduos Sólidos e agregar as informações sob a esfera de competência da União, Estados, Distrito Federal e Municípios. Assim, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) promulgada em 2010 e ancorada neste Sistema de Informações dispõe sobre princípios, objetivos, diretrizes e instrumentos para regulamentação em nível nacional, estadual e municipal da gestão integrada e do gerenciamento dos resíduos sólidos no País.

Com o estabelecimento do SINIR, houve progresso no cenário dos resíduos sólidos no Brasil, mas que ainda carece de melhorias. Uma evidência é que, segundo ABRELPE (2016), o montante de RSU coletado em 2016 foi de 71,3 milhões de toneladas, o que registrou um índice de cobertura de coleta de 91% para o país, pequeno avanço comparado a ano anterior, e que evidências que 7 milhões de toneladas de resíduos não foram objeto de coleta e, conseqüentemente, tiveram destinação imprópria.

Tratando do município do Rio de Janeiro, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMAC) é o órgão central do Sistema Municipal de Gestão Ambiental. O Objetivo da SMAC é promover a gestão integrada de resíduos sólidos no Município e, para isso, dispõe da Coordenadoria de Resíduos Sólidos (SMAC/ CRS). A CRS planeja, coordena e executa ações para a gestão adequada dos resíduos sólidos, em parceria, quando cabível, com outros órgãos governamentais e entidades externas, como por exemplo a Companhia Municipal de Limpeza Urbana (COMLURB), órgão municipal responsável pela Limpeza Urbana do município do Rio de Janeiro.

De acordo com os dados da COMLURB em 2014 (Quadro 1), a cidade do Rio de Janeiro recolheu uma média de 9.227 t/dia, no ano de 2014.

QUADRO I - RESÍDUOS SÓLIDOS ENCAMINHADOS ÀS UNIDADES DE DISPOSIÇÃO FINAL DO SISTEMA PÚBLICO DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO		
Tipo de Resíduo	Quantidades	
	t/dia	%
LIXO DOMICILIAR	4.900	53,11
LIXO PÚBLICO	2.832	30,69
REMOÇÃO GRATUITA	193	
EMERGÊNCIA	303	
RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE	2	6,91
OUTROS	140	
TOTAL DE COMPETÊNCIA MUNICIPAL	8.370	90,71
GRANDES GERADORES, INCLUINDO RCC	857	9,29
TOTAL DO MUNICÍPIO INCLUINDO GG	9.227	100,00

Quadro 1 – Resíduos Sólidos encaminhados às unidades de disposição final do sistema público da cidade do Rio de Janeiro

Fonte: COMLURB - Relatório Diretoria Técnica e de Logística-DTL 2014

O Quadro 2 apresenta o per capita de resíduos recebidos no sistema COMLURB por Área de Planejamento da Cidade. A Cidade do Rio de Janeiro ocupa uma área aproximada de 1.200 km², ao qual é confrontante com os municípios de Nova Iguaçu, Itaguaí, Nilópolis, São João de Meriti, Mesquita e Duque de Caxias e banhada a leste pela Baía de Guanabara, a oeste pela Baía de Sepetiba e ao sul pelo Oceano Atlântico. A Cidade é dividida em 5 Áreas de Planejamento, ao qual é composto por 33 Regiões Administrativas e 161 bairros (IBGE/Cidades, 2014). Sendo a segunda maior cidade do Brasil, o Rio de Janeiro possui uma população de aproximadamente 6,5 milhões de habitantes (IBGE/Cidades, 2014), uma densidade demográfica de 5.389,46 hab/km², um PIB per capita de R\$ 32.942,00 (CEPERJ, 2011); um IDH 0,799 (PNUD, 2013).

QUADRO II PER CAPITA DE RESÍDUOS RECEBIDOS POR ÁREA DE PLANEJAMENTO							
DADOS		AP 1	AP 2	AP 3	AP 4	AP 5	TOTAL
População	(hab)	307.261	1.006.780	2.399.437	990.545	1.749.659	6.453.682
	(%)	4,8	15,6	37,2	15,3	27,1	100,0
Resíduos Coletados	(t/dia)	707	1.338	3.379	1.388	2.415	9.227
	(%)	7,7	14,5	36,6	15,0	26,2	100,0
Per Capita (kg/hab/dia)		2,30	1,33	1,41	1,40	1,38	1,43

Quadro 2 – Per capita de resíduos recebidos por área de planejamento

Fonte: Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PMGIRS da Cidade do Rio de Janeiro

Assim, no município do Rio, a determinação do PMGIRS surgiu com a edição da Lei Municipal nº 4.969/2008, que dispõe sobre objetivos, instrumentos, princípios e diretrizes para a Gestão Integrada de Resíduos Sólidos no âmbito da cidade do Rio de Janeiro. Desse modo, a SMAC/ CRS, em articulação com a Secretaria Municipal de Conservação - SECONSERVA e a COMLURB, elaborou o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Cidade do Rio de Janeiro instituído pelo Decreto Municipal nº 37.775/2013.

Diante deste cenário, ROCHA (2000) define geoprocessamento como uma tecnologia transdisciplinar, que através da localização e do processamento de dados geográficos, integra várias disciplinas, equipamentos, programas, processos, entidades, dados, metodologias e pessoas para coleta, tratamento, análise e apresentação de informações associadas a mapas digitais georreferenciados, e utiliza como principal ferramenta o Sistema de Informação Geográfica (SIG).

Ademais, conforme DONHA et al. (2006), a tecnologia SIG tem sido usada por vários setores que tratam da questão ambiental como importante ferramenta para o planejamento ambiental, pois a avaliação integrada de um grande número de variáveis se torna possível e simplificada com o uso deste sistema, além de permitir a rápida geração de informações intermediárias e finais.

Assim fica evidente a importância da utilização do geoprocessamento no gerenciamento de RSU, pois, possibilita a geração de informações confiáveis, que subsidiem à tomada de decisão, seja por identificação dos dados de campo, planejamento ou dimensionamento, sendo, portanto, a proposta deste artigo.

4 | METODOLOGIA

Para elaboração deste artigo, assim como para melhor entendimento acerca do tema aqui desenvolvido, faz-se necessário a realização de leitura de algumas regulamentações e dados que tratam acerca do contexto no Município do Rio de Janeiro.

Atualmente a destinação dos resíduos sólidos urbanos do município do Rio de Janeiro é o Centro de Tratamento de Resíduos CTR-Rio, no município de Seropédica que fica no estado do Rio de Janeiro, inaugurado em 20 de abril de 2011 com uma área de 220 hectares, e recebe todos os resíduos gerados no município do Rio de Janeiro, além de atender municípios de Itaguaí e Seropédica. Esse Centro foi construído de forma a permitir o encerramento dos aterros de Gramacho e Bangu. A CTR-Rio em Seropédica foi construída com o intuito de garantir o destino adequado dos resíduos, eliminando os riscos para o meio ambiente, porém se situa a 70 km de distância do centro da cidade do Rio de Janeiro.

O sistema de transferência dos resíduos sólidos urbanos para o CTR-Rio, conta com as Estações de Transferência de Resíduos – ETRs que são responsáveis pelo recebimento

dos resíduos da coleta domiciliar e limpeza urbana e pela sua transferência para veículos com maior capacidade de transporte. De forma a otimizar o sistema de logística para a CTR-Rio, em Seropédica, foi ampliado o número de ETRs. Hoje já estão em operação as ETRs do Caju, de Jacarepaguá, de Marechal Hermes, de Santa Cruz e de Bangu. Além desta, estão previstas as ETRs de Taquara e Penha. O sistema de transferência de resíduos é apresentado na Figura 1.

Estas Estações de Transferência de Resíduos foram concebidas, uma vez que o aterro disponível para o município do Rio de Janeiro fica em outro município, Seropédica, que se situa a 80 km da ETR do Caju e depende de malha rodoviária, da Rodovia Presidente Dutra, uma das rodovias mais movimentadas do país, que apresenta diversos problemas relacionados ao fluxo com trânsitos constantes, dificultando o acesso rápido ao aterro. Assim, considerando que atualmente não há um aterro no próprio município, depois que Gramacho e Bangu foram fechados, além da atual distância, a sugestão de uma potencial área para construção de um aterro seria de ótima valia.



Figura 1 – Estação de Transferência de Resíduos - ETRs

Fonte: <http://www.rio.rj.gov.br/web/smac/residuos-solidos>

Além destes importantes dados acerca dos resíduos sólidos urbanos no Rio de Janeiro, faz-se necessário também a realização de um estudo sobre os SIG e suas possíveis aplicações.

Segundo GEYER et al (2010) softwares de SIG podem facilmente operar dados relacionados a localidades específicas (por exemplo tipo de solo, recursos hídricos, etc), além de possibilitar a criação de novas informações correlacionadas (ex: potencial de produção, potencial de impacto, área total de cada tipologia de uso, etc).

O Sistema de Informação Geográfica permite análises e modelagens espaciais, oferecendo e a possibilidade de associar atributos, objetos e feições espaciais através de um banco de dados.

Para realizar o projeto, primeiramente, um planejamento deve ser criteriosamente

avaliado para que sejam tomadas as decisões que envolvem uma variedade de critérios que podem ser representados como planos de informações espaciais (proximidade de vias, aeroportos, distâncias ao centro urbano do Rio de Janeiro, recursos hídricos, entre outros). Essa grande quantidade de critérios requer um tipo de consulta ao banco de dados em um SIG que será baseada em mais de um atributo. Para este projeto, o ideal são as consultas ao site da Prefeitura do Rio de Janeiro, IBGE, ABRELPE, SINIR, CEMPRE e SEEG para se obter imagens adequadas, assim como coordenadas para facilitar o georeferenciamento.

Desse modo, para que seja possível a sugestão de uma nova área para destinação do RSU em um novo aterro sanitário no município do Rio de Janeiro, alguns aspectos relevantes devem ser considerados, tais como os impactos ambientais que esta área poderá sofrer com esta nova construção. Portanto, para controle e monitoramento desta área dentro de um SIG é indispensável a adição de um banco de dados com as informações sobre o ecossistema da região, tais como, fauna, flora, rodovias, rios e etc.

Para que seja realizado este projeto alguns aspectos físicos devem ser observados assim como devem ser elaborados mapas temáticos referentes aos temas de geologia, hidrografia, viário, aeroportuário e uso e ocupação do solo, todos em escala aproximada e coerente. Esses mapeamentos devem ser cruzados ou sobrepostos utilizando a ferramenta SIG.

Em relação a seleção da nova área ideal para destinação do RSU com construção de novo aterro sanitário, alguns requisitos devem ser observados, tais como, controle dos riscos de contaminação do ambiente físico, afastamento de zonas habitadas, distâncias das zonas de coleta, distância de recurso hídricos, multiplicidade de acessos, tipo de material de cobertura, horizonte de vida útil do local, facilidade de aquisição, infraestrutura disponível, além de viabilidade econômica e operacional. Ademais, é essencial verificar a estrutura do terreno, assim como as leis de uso e ocupação do solo nacionais e municipais e inexistência de impedimentos ambientais e políticos.

Conforme ABNT (2010), para o projeto, é requerido que constem no mínimo os dados espaciais, conforme especificado a seguir:

- Área de Proteção Permanentes (APP): devem ser inseridas feições poligonais demonstrando a vegetação desta área, bem como, demonstrando a distância mínima entre os limites da área do aterro, que segundo a NBR 15.849:2010 deverá ser de 300 metros;
- Recursos Hídricos: para representação deste critério, deve ser inserido na imagem uma feição linear tipo vetor que deverá ter distância mínima de 300 metros segundo a NBR;
- Localização: deve ser criada uma feição poligonal tipo vetor sobre a área do possível novo aterro demonstrando a distância mínima entre o núcleo populacional que de acordo com a norma é de 500 metros;

- Infra-estrutura viária: para visualizar a malha viária, de forma a viabilizar o acesso ao novo aterro sanitário, deve ser utilizada uma imagem tipo vetor extraída do site do IBGE.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da necessidade da busca de soluções que visa à garantia de reduzir cada vez mais a disposição inadequada de resíduos sólidos no Brasil, o artigo tem o intuito de apresentar um estudo da quantidade gerada no país, na região Sudeste e principalmente no município do Rio de Janeiro. Com esse pensamento, de gerar destinação adequada o estudo apresentou o plano do município da cidade, junto com dados realizados pelo SIG para a CTR de Seropédica, ao qual encontra-se em operação.

A disposição de resíduos sólidos urbanos dispostas em locais inadequados gera problemas de ordem tanto de saúde pública como ambiental, desse modo a temática de gerenciamento apropriado de RSU é de extrema importância. Associado a esta temática destaca-se o valor do uso do SIG como ferramenta de suporte para que se atinja com sucesso o objetivo proposto de gerenciamento de RSU no município do Rio de Janeiro, assim como o plano municipal que vem sendo implantado no decorrer dos anos.

O Sistema de Informação Geográfica oferece uma série de recursos e vantagens quando dispomos de dados concretos sobre uma determinada área, como os citados do IBGE e Prefeitura, gerando assim ótimos resultados na implantação do SIG com a tarefa de otimizar uma primeira sugestão de onde é possível iniciar estudos para implantação da CTR.

Desse modo, com a utilização de um Sistema de Informação Geográfica para o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no município do Rio de Janeiro, é possível obter informações valiosas e permite oferecer uma sugestão de solução adequada para aperfeiçoar cada vez mais a CTR em Seropédica que se encontra em funcionamento respeitando as legislações pertinentes e vigentes, assim como visando principalmente atender as questões socioambientais não só do município como do país.

Ademais, também oferece a oportunidade de que o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos seja realizado de forma eficiente trazendo benefícios para o município como um todo. Com a realização deste projeto torna-se viável também demonstrar a importância, a eficiência e os excelentes resultados do uso do SIG no contexto do planejamento urbano de um município, como o Rio de Janeiro.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. **Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil**. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2016.pdf>. Acesso em: 01 de maio de 2018.

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2015**. Disponível em: www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2015.pdf. Acesso em: 29 de abril de 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15849: Resíduos Sólidos Urbanos: Aterros sanitários de pequeno porte – Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento**. Rio de Janeiro, 2010.

Atlas Brasileiro de Emissões de GEE e Potencial Energético na Destinação de Resíduos Sólidos. ABRELPE, 2011. Disponível em: www.abrelpe.org.br/arquivos/atlas_portugues_2013.pdf. Acesso em: 06 de maio de 2018.

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

CÂMARA, G; MEDEIROS, J.S de (ebook) **GIS para Estudos Ambientais**. Capítulo 10. In: CÂMARA, G; DAVIS. C; MEDEIROS A. M. V. (Org.) Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: http://www.dpi.inpe.br/gilberto/tutoriais/gis_ambiente. Acesso em: 28 de abril de 2018.

COSTI, P. et al. An environmentally sustainable decision model for urban solid waste management. **Waste management**, v. 24, n. 3, p. 277–95, jan. 2004.

DALLORA, Renato; ALBURQUERQUE, Igor Reis de; COLUNA, Iris Moura Esteves. **Emissões do Setor de Resíduos – Período 1970 - 2015**. Disponível em: <http://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2017/08/Relatorios-Seeg-2017-Residuos-v6.pdf>. Acesso em: 10 de maio de 2018.

Decreto Municipal nº 37.775/2013. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Cidade do Rio de Janeiro – PMGIRS**.

Diagnóstico Preliminar de Resíduos Sólidos da Cidade do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic>. Acesso em: 29 de abril de 2018.

DONHA, A. G.; SOUZA, L. C. P.; SUGAMOSTO, M. L. **Determinação da fragilidade ambiental utilizando técnicas de suporte à decisão e SIG**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 10, n.1, p.175-181, 2006.

Fundação Nacional de Saúde. **Impactos na saúde e no Sistema Único de Saúde decorrentes de agravos relacionados a um saneamento ambiental inadequado**. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2010.

GEYER, R et al., (2010), **Coupling GIS and LCA for biodiversity assessments of land use**. Int J Life Cycle Assess, pt. 2, 692-703.

NASCIMENTO NETO, Paulo; MOREIRA, Tomás Antônio. **Política nacional de resíduos sólidos: reflexões acerca do novo marco regulatório nacional**. Revista Brasileira de Ciências Ambientais, n. 15, mar. 2010.

Prefeitura do Rio de Janeiro. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PMGIRS da Cidade do Rio de Janeiro – 2017 – 2020**. Disponível em: www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/3372233/4177431/D.O._28112016DECRETO42.605_2016PMGIRS. Acesso em: 04 de maio de 2018.

RIBEIRO, HELENA; BESEN, GINA RIZPAH. **Panorama Seletiva no Brasil Desafios e Perspectivas a Partir de Três Estudos de Caso**. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Helena_Ribeiro4/publication/242243074 Acesso em: 04 de maio de 2018.

ROCHA, C. H. B. **Geoprocessamento Tecnologia Transdisciplinar**. Juiz de Fora, Edição do Autor, 220p. 2000.

THE WORLD BANK. **What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management**. Washington, DC: 2012

VERMICOMPOSTAGEM COMO FILTRO PARA TRATAMENTO DE BIOFERTILIZANTE OBTIDO DA BIODIGESTÃO DE DEJETOS DA BOVINOCULTURA

Data de aceite: 03/08/2020

Data de submissão: 05/05/2020

Eunice Helena Ellwanger

Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC
Santa Cruz do Sul – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/3020452366726301>

Marcelo Luis Kronbauer

Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC
Santa Cruz do Sul – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/6933359583612843>

RESUMO: O uso de biofertilizantes provenientes do processo de biodigestão anaeróbia tem sido uma alternativa amplamente utilizada, contudo seu uso de forma contínua e indiscriminada pode ocasionar problemas ambientais. O presente trabalho apresenta a avaliação sobre o desempenho de um sistema de vermifiltração para o biofertilizante obtido em um biodigestor em escala de protótipo para o tratamento de efluentes provenientes da criação de bovinos de corte. O sistema foi instalado no interior do Município de Candelária, o qual foram utilizadas dois protótipos em forma retangular de dimensões de 0,6 m de comprimento, 0,6 m de largura e 0,3 m de altura, cujos materiais filtrantes foram utilizados casca de arroz e serragem. Cada vermifiltro foi operado por 100 dias com uma taxa de aplicação superficial de 10 l/m²/dia sob as camadas compostas de substrato com minhocas da espécie *Eisenia foetida*. Foram realizadas coletas das amostras de efluente

bruto e efluentes tratados, sendo monitorados os seguintes parâmetros: Demanda Bioquímica de Oxigênio, Nitrogênio Total Kjeldahl e Fósforo Total, sendo as análises realizadas pelos laboratórios da Universidade de Santa Cruz do Sul observando-se os métodos e critérios estabelecidos pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (2017). Os efluentes dos vermifiltros foram avaliados e verificou-se uma remoção média do efluente bruto para o efluente final obtido no vermifiltro de serragem de DBO de 86%, Nitrogênio de 94,1% e Fósforo Total de 64,3%. Já no vermifiltro de casca de arroz houve uma remoção de 86,37% de DBO, 82,2% de Nitrogênio, porém houve um aumento na concentração do parâmetro de Fósforo Total.

PALAVRAS-CHAVE: Vermifiltração, Dejetos bovinos, Tratamento, Biodigestor.

VERMICOMPOSTING AS A FILTER FOR THE TREATMENT OF BIOFERTILIZER OBTAINED FROM THE BIODIGESTION OF CATTLE MANURE

ABSTRACT: The use of biofertilizers from the anaerobic biodigestion process has been a widely used alternative, however its continuous and indiscriminate use can cause environmental problems. This search presents the evaluation of the performance of a vermifiltering system for the biofertilizer obtained in a prototype scale biodigester for the treatment of effluents from the rearing of beef cattle. The system was installed in the countryside of the Municipality of Candelária which were used two prototypes of rectangular form of dimensions of 0.6 m in length, 0.6

m wide and 0.3 m high, whose filtering materials were used rice husk and sawdust. Each vermifilter was operated for 100 days with a surface application rate of 10 l/m² a day under the substrate layers with earthworms of the species *Eisenia foetida*. Samples of crude and treated effluents were collected, being monitored the following parameters: Biochemical Oxygen Demand, Total Kjeldahl Nitrogen and Phosphorus, being the analysis carried out by the laboratories of University of Santa Cruz do Sul observing the established methods and criteria by Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (2017). The vermifilters effluents were evaluated and there was a mean removal of the crude effluent to the final effluent obtained from the sawdust vermifilter of BOD of 86%, Ammonical Nitrogen of 94.1 % and Total Phosphorus of 64.3%. In the vermifilter of rice husk there was a removal of 86.37% de BOD, 82.2% of Nitrogen, however there was an increase in the concentration of the Total Phosphorus parameter.

KEYWORDS: Vermifilter, Bovine Waste, Treatment, Biodigester.

1 | INTRODUÇÃO

As transformações tecnológicas e produtivas e a introdução da modernização nos sistemas agrícolas resultaram em impactos consideráveis no meio ambiente. Um dos mais graves problemas ambientais relacionados com a agricultura moderna origina-se na geração da grande quantidade de dejetos e a dificuldade de manejo dos mesmos.

Ao se perceber os impactos causados pelas atividades agrícolas causadas pelos dejetos, especialmente a bovinocultura e suinocultura, faz-se a busca por soluções de tratamento de efluentes, processos de compostagem, sistemas de reuso de água, adequações de instalações e de sistemas de produção, visando assim, um equilíbrio sustentável entre a produção agrícola e a conservação dos sistemas ambientais.

Diante dessa necessidade e a busca por soluções de baixo custo e fácil operação no âmbito rural surgem alternativas que visam o manejo adequado dos dejetos aliando-se a redução dos problemas ambientais e dos custos de produção. Uma das técnicas utilizadas para o tratamento dos dejetos é o processo de digestão anaeróbia em biodigestores, que resulta no biofertilizante através do processo de transformação da matéria orgânica.

O biofertilizante conforme diversos autores citam, destacam-se Sganzerla (1983) apud Gaspar (2003) e Ubalua (2007) apud Daniel (2015), apresenta elevada capacidade de fertilização, e ao ser lançado no solo proporciona aumento na quantidade de microrganismos e melhora as propriedades físicas do mesmo. Contudo, essa aplicação em elevadas quantidades e por períodos contínuos pode levar a saturação do solo e a lixiviação dos nutrientes para corpos hídricos e o lençol freático.

A partir dessa questão, o presente trabalho visa analisar a aplicação de um sistema de filtração obtido através da vermicompostagem para estabilização do biofertilizante, de modo a se obter um composto que possa ser lançado no solo em forma de adubo sólido, e um efluente tratado com condições de ser diretamente disposto em corpo receptor.

2 | METODOLOGIA

O presente trabalho foi executado em uma propriedade rural do município de Candelária – RS, visando trabalhar em escala piloto, com o tratamento da fração líquida oriunda de um sistema de biodigestão concebido igualmente em uma escala piloto.

A partir da geração do biofertilizante no protótipo de biodigestor, o líquido era encaminhado para o vermifiltro. Este foi construído com base na literatura e dimensões utilizadas no trabalho de Kumar et al. 2014, vermifiltro de 0,05 m² de área (20 x 25 x 30 cm). O sistema contou com um reservatório de formato retangular, dividido em duas partes iguais, construído com as dimensões de 0,6 m de comprimento, 0,6 m de largura e 0,3 m de altura, tendo cada vermifiltro uma área de 0,054 m².

Os vermifiltros foram preenchidos com uma camada inferior de 0,10 metros de espessura de brita média n° 1, sob esta colocado uma camada de tela sombrite e dispostos os materiais filtrantes, 10 cm de camada de casca de arroz e serragem, conforme ilustração a seguir.

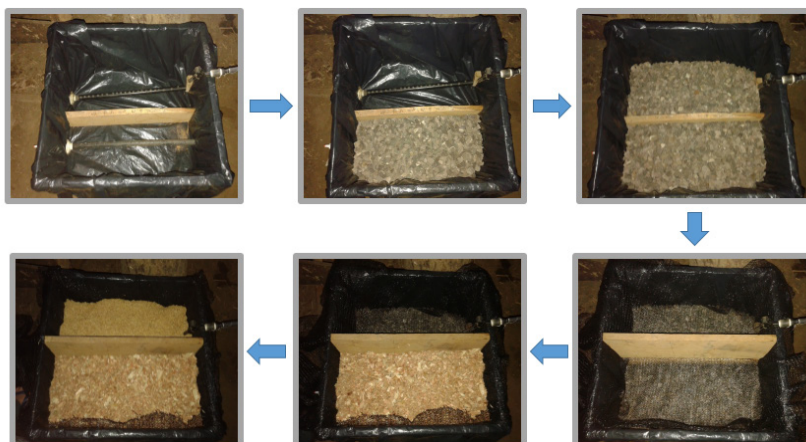


Figura 1 – Ilustração do Sistema de Vermifiltros

Fonte: Elaborado pela Autora, 2018.

O biofertilizante foi aplicado com uma taxa de 0,5 litros/dia/m², e sob o meio filtrante colocadas as minhocas da espécie *Eisenia foetida*.

Para avaliação do sistema foi realizado a quantificação dos parâmetros presente no efluente coletado no tanque de fermentação – biodigestor e o efluente tratado após passar pelo sistema de vermicompostagem. Estas coletas foram realizadas nos meses de setembro e novembro, com o tempo de operação de 38,52,64 e 86 dias, sendo analisados os parâmetros de Fósforo Total, Nitrogênio Amoniacal e Demanda Biológica de Oxigênio – DBO.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o parâmetro de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) foram obtidos os resultados da concentração nas amostras de efluente bruto e efluente tratado nos vermifiltros, conforme dados sintetizados no Gráfico 1 a seguir.

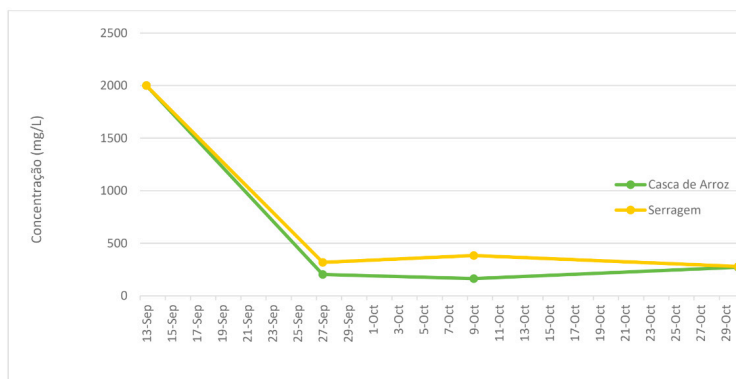


Gráfico 1 - Relação da concentração de DBO obtida nos vermifiltros de Serragem e Casca de Arroz

Fonte: Elaborado pela Autora, 2018

Em seu trabalho avaliando os vermifiltros para tratamento de efluente sanitário, Madrid (2016) alcançou uma eficiência na redução da DBO em torno de 61% quando relacionado com os valores obtidos do efluente bruto, obtendo-se um valor médio de $240 \pm 140 \text{ mg.L}^{-1}$.

Observa-se no presente estudo, no vermifiltro com serragem houve uma redução de 86% na concentração de DBO do efluente bruto para o efluente final e, no vermifiltro com casca de arroz houve uma redução de 86,37% na concentração de DBO da amostra bruta em relação ao efluente final. Contudo, observa-se que houve um aumento na concentração final de DBO no vermifiltro de casca de arroz, passando de 164,4 mg/L para 272,5 mg/L, tal fato pode ser justificado pela saturação do sistema.

Para o parâmetro de Nitrogênio e Fósforo foram obtidos os resultados da concentração nas amostras de efluente bruto e efluente tratado nos vermifiltros, conforme dados sintetizados no Gráfico 2 a seguir.

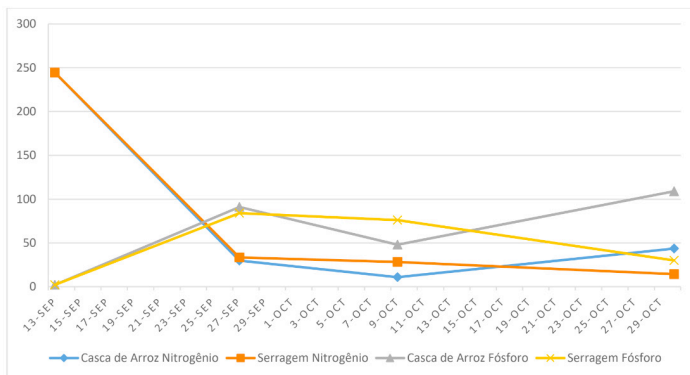


Gráfico 2 - Relação da concentração de Nitrogênio e Fósforo obtido nos vermifiltros de Serragem e Casca de Arroz

Fonte: Elaborado pela Autora, 2018

Sartori (2010) observou em seu trabalho com aplicação da vermifiltração em efluente doméstico que a remoção de nitrogênio total dos efluentes proveniente dos vermifiltros com meios filtrantes de lixo orgânico, bagaço de cana-de-açúcar e serragem de madeira foi de 55, 71 e 74%, respectivamente, variando a concentração durante o tratamento entre 21,42 a 478,5 mg/L. E no caso do parâmetro de Fósforo, foi observado no protótipo com meio filtrante de serragem de madeira uma redução média da concentração de 68,71% quando comparado com o valor do seu afluente.

Observando-se o presente estudo, no vermifiltro com serragem houve uma redução de 94,1% na concentração de Nitrogênio do efluente bruto para o efluente final. Já no vermifiltro de casca de arroz observa-se que houve uma redução na concentração de 82,2% de Nitrogênio no efluente bruto para o efluente final.

Porém, observa-se que na última análise realizada houve um aumento na concentração de Nitrogênio, tal fato pode estar relacionado com a saturação do sistema, o que indica a diminuição do Tempo de Detenção Hidráulico (TDH), que conforme Sartori (2010) está relacionado com a incompleta oxidação da amônia em nitrito e deste em nitrato.

Para o parâmetro de fósforo, observa-se no presente estudo que no vermifiltro com serragem houve uma redução de 64,3% na concentração de Fósforo Total do efluente na análise inicial para o efluente final e, no caso do vermifiltro com casca de arroz houve uma redução de 47,25% na concentração de Fósforo Total na fase inicial. Porém identifica-se que houve um aumento na concentração de Fósforo no efluente final.

Brandão (2000) ao aplicar o tratamento com filtros orgânicos para a água residuária proveniente da suinocultura observou que em relação a concentração de fósforo total que os valores no efluente estavam acima dos valores encontrados no afluente, principalmente pelo fato do uso da casca de arroz como material filtrante devido ao aumento do volume de poros e lixiviação desse nutriente.

4 | CONCLUSÃO

Através da realização do presente trabalho houve a possibilidade de se avaliar um sistema de vermifiltros para o tratamento de dejetos oriundos da bovinocultura, observando-se a remoção de parâmetros físico-químicos e biológico através da utilização de serragem e casca de arroz como materiais filtrantes e a ação de degradação conjunta das minhocas.

Observa-se que o vermifiltro com o material filtrante a base de serragem houve uma redução 86% na concentração de DBO, 94,1% na concentração de Nitrogênio Amoniacal do efluente bruto para o efluente final, e uma redução de 64,3% na concentração de Fósforo Total do efluente na análise inicial do vermifiltro para o efluente final.

No caso do vermifiltro com o material filtrante a base de casca de arroz é possível identificar que houve uma redução do efluente bruto para o efluente final de 86,37% de DBO, e da primeira para a segunda amostragem realizada nos vermifiltros houve a remoção de 47,25% de Fósforo Total. Porém quando se compara os resultados em relação à última análise realizada, observa-se que houve um aumento nas concentrações dos parâmetros de DQO, DBO, Nitrogênio Amoniacal e Fósforo Total.

Tal aumento nesses parâmetros refere-se a adição de uma camada superior de casca de arroz, pois no vermifiltro houve a compactação da camada devido à elevada quantidade de matéria orgânica sólida, sendo necessária a sua remoção e adição de uma nova camada filtrante.

Observa-se que em relação ao tipo de material filtrante utilizado no sistema, os vermifiltros obtiveram resultados semelhantes. Contudo destaca-se que o vermifiltro de serragem se mostrou mais eficiente pois obteve-se uma maior taxa de redução dos parâmetros de Nitrogênio Amoniacal e Fósforo Total.

REFERÊNCIAS

- BRANDÃO, Viviane dos Santos; MATOS, Antônio Teixeira de; MARTINEZ, Mauro Aparecido e FONTES, Maurício Paulo Pereira. **Tratamento de águas residuárias da suinocultura utilizando-se filtros orgânicos**. 2000. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. Campina Grande, v.4, n.3, p.327-333, 2000
- DANIEL, Thamiris da Rocha. **Avaliação dos afluentes e efluentes em sistemas de biodigestores em escala real para a produção de biogás e biofertilizante a partir de dejetos da pecuária leiteira**. 2015. 63 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2015.
- GASPAR, Rita Maria Bedran Leme. **Utilização de biodigestores em pequenas e médias propriedades rurais com ênfase na agregação de valor: um estudo de caso na região de Toledo – PR. 2003**. 119 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.
- SARTORI, Márcia Aparecida. **Desempenho de vermifiltros no tratamento de esgoto doméstico em pequenas comunidades**. 2010. 95 f. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Minas Gerais, 2010.

INFLUÊNCIA DA MUDANÇA DE PARÂMETROS OPERACIONAIS DE UMA CALDEIRA NA EMISSÃO DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS

Data de aceite: 03/08/2020

Data de submissão: 05/06/2020

Yago Fraga Ferreira Brandão

Universidade Católica de Pernambuco
(UNICAP)
Recife- PE
<http://lattes.cnpq.br/4376835512286424>

Diogo Vignoli Diu

Universidade Católica de Pernambuco
(UNICAP)
Recife- PE
<http://lattes.cnpq.br/5295798055450871>

Isabela Alves da Silva

Universidade Católica de Pernambuco
(UNICAP)
Recife- PE
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7981738536856161>

Wagner Eustáquio de Vasconcelos

Professor da Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP)
Recife- PE
<http://lattes.cnpq.br/7844785807954101>

RESUMO: A madeira e seus derivados se tornaram o combustível mais utilizado nas caldeiras devido ao baixo custo atual. Diante disto, muitas caldeiras foram substituídas ou modificadas para este combustível visando baixo custo de operação. No entanto vários problemas ocorreram para estabelecer parâmetros operacionais que permitissem o atendimento a

resolução CONAMA nº 436/2011. Este trabalho teve como objetivo analisar a influência das mudanças dos parâmetros operacionais na emissão de poluentes atmosféricos na combustão de uma caldeira. No estudo da eficiência de combustão foram adotados os seguintes emissores como parâmetros de estudo: CO e NO, além da temperatura. A metodologia se dividiu em duas etapas. Na primeira etapa foram realizadas nove medições para cada parâmetro estudado e tirou-se a média para cada parâmetro, de forma a comparar com os limites estabelecidos pelo CONAMA; na segunda etapa foi montado um plano de ação e comparado os valores obtidos após a aplicação deste plano. Os valores médios obtidos na medição de CO e NO foram 4635,79 mg/Nm³ e 104,75 mg/Nm³ a base seca corrigida a 8 % de O₂, respectivamente. Quando comparado com os parâmetros da resolução o valor de CO ficou acima do permitido (3900 mg/Nm³). Os valores obtidos de CO e NO após a aplicação do plano de ação foram: 1019,37 mg/Nm³ e 16,72 mg/Nm³ para mesma base seca e a temperatura média foi de 157,62 °C com limites inferior e superior de 155 °C e 162,3 °C respectivamente. Dessa forma é possível concluir que as mudanças nos procedimentos operacionais adotados tiveram resultados significativos visto que o valor de CO foi adequado para o limite da resolução e o de NO foi significativamente reduzido, proporcionando um ar mais limpo e um melhor aproveitamento do combustível.

PALAVRAS- CHAVE: Emissão de Poluentes, Caldeira, Gestão, Combustão, Monitoramento.

INFLUENCE OF CHANGING OPERATIONAL PARAMETERS OF A BOILER ON THE EMISSION OF ATMOSPHERIC POLLUTANTS

ABSTRACT: Wood and its derivatives are used as the most used fuel in boilers due to the current low cost. In view of this, many boilers have been replaced or modified for this fuel with a view to low operating costs. However, several problems occurred to establish operational parameters that would allow compliance with CONAMA Resolution No. 436/2011. This work aimed to analyze the influence of changes in operational parameters on the emission of air pollutants in the combustion of a boiler. In the study of combustion efficiency, the following emitters were adopted as study parameters: CO and NO, in addition to temperature. The methodology was divided into two stages. In the first stage, nine measurements were made for each parameter studied and the average for each parameter was taken, in order to compare with the limits established by CONAMA; in the second stage an action plan was set up and the values obtained after the application of this plan were compared. The average values obtained in the measurement of CO and NO were 4635,79 mg/Nm³ and 104,75 mg/Nm³ at dry basis corrected to 8% respectively. When compared to the resolution parameters, the CO value was above the allowed (3900 mg/Nm³). The values obtained for CO and NO after applying the action plan were: 1019,37 mg/Nm³ e 16,72 mg/Nm³ for the same dry basis and the average temperature was 157,62 °C with lower and upper limits of 155 °C and 162,3 °C respectively. Thus, it is possible to conclude that the changes in the adopted operational procedures had significant results since the CO value was adequate for the resolution limit and the NO value was significantly reduced, providing cleaner air and better use of fuel.

KEYWORDS: Pollutant Emission, Boiler, Management, Combustion, Monitoring.

1 | INTRODUÇÃO

No Brasil, dos 36.405.633 m³ da madeira comercializada proveniente de florestas naturais, cerca de 30% foram extraídos para utilização na indústria com aplicabilidade da madeira em tora e 71,91% foram destinados para geração de energia na utilização de carvão vegetal e lenha em 2016 (IBGE, 2018). Segundo Galdino et al. (2014), a madeira é a principal fonte de energia porque é o combustível mais abundante na região Nordeste e o seu preço é inferior às demais que compõem a matriz energética (SANTOS, 2019).

Com o constante aumento de produção de celulose e papel, a demanda por madeira vem se intensificando e, conseqüentemente, a disponibilidade de resíduos florestais e casca para geração de energia cresce ano após ano (MALAVAZI et al., 2018). Nos dias de hoje, tudo vem sendo pensado de uma maneira que se possa minimizar os impactos ambientais e maximizar a reutilização dos resíduos já existentes que são descartados de maneiras erradas, como por exemplo a cinza proveniente da queima de madeira (RESENDE, 2018).

De acordo com o Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA, a poluição atmosférica pode ser definida como qualquer forma de matéria, ou energia, que apresente características que possam tornar o ar impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, ou ainda inconveniente ao bem-estar público, à saúde da fauna, flora ou à vida em comunidade

(JORGE; DE SÁ MAZZAROTTO ; DA ROCHA, 2019). O monitoramento da poluição atmosférica e a qualidade do ar são previstas por meio de legislação que fixa padrões de qualidade e definem os limites máximos para a concentração de um poluente na atmosfera e garantem a proteção e o bem estar das pessoas (CARVALHO et al., 2017).

Os analisadores de gás são dispositivos óptico-químicos que medem a concentração de gases com base em uma amostra de gás retirada diretamente do tubo de escape, com base no princípio de medição por infravermelho para determinar a concentração de CO, CO₂ e HC e na medição eletroquímica para NO_x e O₂ (ESPARZA NARVÁEZ, 2019).

Este trabalho tem como objetivo analisar a influência das mudanças dos parâmetros operacionais na emissão de poluentes atmosféricos na combustão de uma caldeira utilizando como parâmetro a resolução CONAMA nº 436/2011 que estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas instaladas ou com pedido de licença de instalação anterior a 02 de janeiro de 2007.

2 | METODOLOGIA

No estudo da eficiência de combustão foram adotados os seguintes emissores como parâmetros de estudo: CO, NO e a temperatura. Este estudo consistiu na realização de medições em um ponto de amostragem localizado numa chaminé de uma caldeira que utiliza lenha como combustível. Para isso foi utilizado um analisador de gases da marca KANE modelo 905. O aparelho em questão pode ser visto na Figura 1.



Figura 1. Analisador de gases KANE modelo 905 (INSTRUTEMP, 2020).

O experimento se dividiu em duas etapas. Na primeira etapa foram realizadas nove medições para cada parâmetro estudado e tirou-se a média para cada parâmetro, de forma a comparar com os limites estabelecidos pela resolução CONAMA nº 436/2011. Desta forma foi possível se obter um diagnóstico da situação atual.

Após o diagnóstico da situação foi desenvolvido um plano de ação para a caldeira em questão. O plano de ação adotado envolveu mudanças físicas na caldeira e mudanças no procedimento operacional padrão adotado pelo operador da caldeira.

Na segunda etapa foram realizadas novas medições (mais uma vez tirando a média de cada parâmetro) a fim de se observar a eficácia do plano de ação adotado, voltando assim a comparar com os valores com a resolução CONAMA nº 436/2011.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios obtidos na medição de CO e NO foram 4635,79 mg/Nm³ e 104,75 mg/Nm³ a base seca corrigida a 8 % de O₂, respectivamente. Quando comparado com os parâmetros da resolução o valor de CO ficou acima do permitido (3900 mg/Nm³). A aplicação do plano de ação permitiu um aumento de concentração de oxigênio no momento da combustão no seu interior. Desta forma os valores obtidos de CO e NO após a aplicação do plano de ação foram: 1019,37 mg/Nm³ e 16,72 mg/Nm³ a base seca corrigida a 8 % de O₂, respectivamente. Uma melhor visualização dos resultados pode ser vista na Figura 2 e Figura 3.

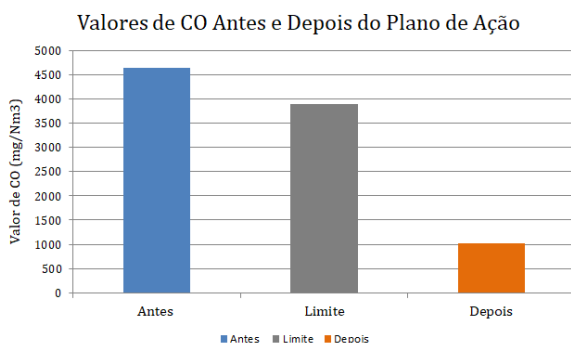


Figura 2. Valores de CO antes e depois do plano de ação.

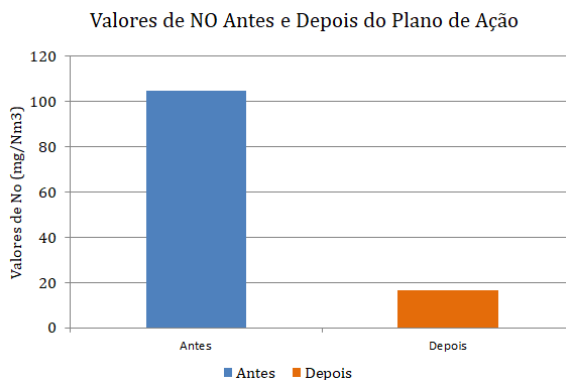


Figura 3. Valores de NO antes e depois do plano de ação.

Como evidenciado na Figura 2 através do plano de ação adotado foi possível ter as emissões de CO dentro dos limites do CONAMA o que além de proporcionar um ar mais limpo e conseqüentemente um melhor ambiente de trabalho para os operadores e funcionários ao redor da caldeira em questão ainda contribui para um melhor uso do combustível.

Apesar do valor médio de NO estar dentro dos padrões antes do plano de ação, é nítido na Figura 3 a diminuição dos níveis de emissão deste parâmetro. A redução em questão correspondeu a um valor aproximadamente 6 vezes menor após o plano de ação, demonstrando a eficácia do plano adotado.

A temperatura média foi de 157,62 °C com limites inferior e superior de 155 °C e 162,3 °C respectivamente.

4 | CONCLUSÃO

Com base nos valores encontrados nas medições antes e depois das mudanças operacionais sugeridas foi possível observar uma adequação aos parâmetros permitidos pela CONAMA nº 436/2011. Foi observada também a necessidade de um monitoramento diário desses parâmetros de forma a ter um controle para o processo de combustão evitando emissões acima do permitido e alto consumo de combustível. Dessa forma é possível concluir que as mudanças nos procedimentos operacionais adotados tiveram resultados significativos visto que o valor de CO foi adequado para o limite da resolução e o de NO foi significativamente reduzido.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **RESOLUÇÃO Nº 436, DE 22 DE DEZEMBRO DE 2011**. 2011.

CARVALHO, C. M.; Brito, D. A.; Pereira, R. A.; de Souza, A. W.; Collaço, M. H. D. V. R. **Análise dos gases de exaustão de chaminés com o uso do aparelho de orsat**. J. Eng., Tecnol. Meio Amb, v. 2, n. 2, p. 7-12, 2017.

ESPARZA NARVÁEZ, B. R. **Identificación de las consecuencias de las emisiones NOX de los motores diésel en el ambiente y las personas**. Trabalho de Conclusão de Curso. Equador, 2019.

GALDINO, J. N. et al. **A indústria de cerâmica vermelha no Rio Grande do Norte e no BaixoAçu Potiguar**. In: TAVARES, Silvio Roberto de Lucena (Ed.). Biocombustíveis sólidos. Brasília: Editora do Ifrn. Cap. 7. p. 220-258, 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, IBGE. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura** - PEVS, 2018.

INSTRUTEMP. **KANE905 I ANALISADOR DE GASES DE COMBUSTÃO (O2, CO, NO, SO2)**. 2020.

JORGE, G. G.; DE SÁ MAZZAROTTO, A. A. V.; DA ROCHA, M. C. V. **Avaliação das emissões de monóxido de carbono (co) em uma caldeira flamotubular utilizando gás natural.** Revista Saúde e Meio Ambiente, v. 9, n. 2, 2019.

MALAVAZI, G. M.; DE CARVALHO, A. R.; OLIVEIRA, D.; DE OLIVEIRA, E. V.; PORTICH, L. B.; MIRANDA, M. C.; PRATKA, R. M.; RODRIGUES FILHO, S. **Redução de entupimentos no sistema de alimentação de biomassa de caldeira de força.** O PAPEL, v. 79, n. 12, p. 93-97, 2018.

PEREIRA, H.D. **Análise de emissão atmosférica de uma lavanderia têxtil da cidade de Caruaru-PE.** 2016.

RESENDE, R. F. T. **Estudo da viabilidade e resistência do concreto com a utilização de cinzas de caldeiras.** In: Anais Colóquio Estadual de Pesquisa Multidisciplinar (ISSN-2527-2500) & Congresso Nacional de Pesquisa Multidisciplinar, 2018.

SANTOS, C. P. S. **Estoque de energia da madeira de espécies florestais da Caatinga e análise técnica de sua utilização na queima de cerâmica vermelha.** Dissertação de Mestrado. Brasil, 2019.

Data de aceite: 03/08/2020

Data de submissão: 29/05/2020

Raquel Rego Rodrigues de Deus

Universidade Federal da Bahia
Salvador – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/8825904351252170>

Bárbara Gonçalves Reis

Universidade Federal do Sul da Bahia
Teixeira de Freitas - Bahia
<http://lattes.cnpq.br/4946728565183679>

Paola Ressurreição Moreira

Universidade Federal do Sul da Bahia
Teixeira de Freitas - Bahia
<http://lattes.cnpq.br/6232163616326816>

Mariana Moreau de Almeida Soares Vieira

Universidade Federal do Sul da Bahia
Teixeira de Freitas - Bahia
<http://lattes.cnpq.br/6362625493466066>

RESUMO: As questões relacionadas ao ambiente evoluíram do pensamento de que a natureza é uma fonte infindável de recursos naturais até o reconhecimento de que a humanidade deveria mudar sua relação com o ambiente. A partir da necessidade de se reverter a degradação do meio ambiente, surge a Educação Ambiental como um meio de formar cidadãos com um novo pensamento moral e ético e, conseqüentemente, uma nova postura em relação às questões ambientais. Neste trabalho foi realizado um estudo de natureza qualitativa, constituída de

revisão bibliográfica da literatura, com o objetivo de fazer um apanhado da bibliografia disponível acerca da temática da educação ambiental e suas vertentes com a saúde humana. Diante desse contexto, conclui-se que a educação ambiental tem se tornando foco de interesse da população por contribuir no processo de transformação da sociedade atual em uma sociedade sustentável. É imprescindível que essa educação se torne como ponto de partida para as mudanças necessárias para comunidade. É importante que a relação educação ambiental e saúde tenha caráter permanente e de compromisso socioambiental, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida, promoção de saúde e sustentabilidade.

PALAVRAS-CHAVE: Saúde ambiental, saúde, vigilância ambiental.

ENVIRONMENTAL EDUCATION FOR HUMAN HEALTH

ABSTRACT: Environmental issues have evolved from the thought that nature is an endless source of natural resources until the recognition that humanity should change its relationship with the environment. From the need to reverse the degradation of the environment, Environmental Education emerges as a way to educate citizens with a new moral and ethical thinking and, consequently, a new attitude towards environmental issues. In this work, a qualitative study was carried out, constituting a bibliographical review of the literature, aiming to make a bibliography available on the theme of environmental education and its aspects with

human health. Given this context, it is concluded that environmental education has become a focus of interest of the population to contribute to the process of transforming current society into a sustainable society. It is imperative that this education becomes the starting point for the changes needed for community. It is important that the relationship between environmental education and health is permanent and of socio-environmental commitment, contributing to the improvement of quality of life, health promotion and sustainability.

KEYWORDS: Environmental health, health, environmental monitoring.

1 | INTRODUÇÃO

A ecologia e o desenvolvimento sustentável são questões que estão em destaque nas discussões de cidadãos e estudiosos nos últimos anos e têm mobilizado organizações governamentais e não governamentais em prol da defesa do meio ambiente. Dentro dessas discussões, se destaca um enfoque maior na relação entre ambiente e saúde, mesmo que esta já venha sendo ressaltada desde os primeiros estudos sobre saúde da história da humanidade com Hipócrates, na Grécia Antiga, no início do século IV a.C. (Rohlf et al, 2011; Carneiro et al, 2012).

Essa evolução de pensamento passou por diferentes etapas nas mais diferentes realidades sócio-histórico-culturais. As questões relacionadas ao ambiente evoluíram do pensamento de que a natureza é uma fonte infindável de recursos naturais até o reconhecimento de que a humanidade deveria mudar sua relação com o ambiente, com destaque para a Conferência de Estocolmo em 1972, organizada pelas Nações Unidas, considerada um marco nas discussões sobre defesa do meio ambiente (Palácios et al, 2004; Augusto, 2003).

Já no campo da saúde, a evolução se deu na evolução do conceito de saúde. Inicialmente se tinha um conceito biomédico, com uma noção isolada de corpo, hospitalocêntrica e centrado na figura do médico, que poderia ser resumido na simples ausência de doença. Porém, em 1949 este conceito foi ampliado pela Organização Mundial da Saúde, em sua constituição, definindo saúde como “um estado de completo bem-estar físico, mental e social e não apenas a ausência de doença ou enfermidade” (Who, 1946 apud Rohlf et al, 2011). Com isso, a evolução dos pensamentos nesses dois campos levou a estruturação da área de Saúde Ambiental, em meados do século XX.

Dentro da saúde ambiental, a partir da necessidade de se reverter a degradação do meio ambiente, surge a Educação Ambiental como um meio de formar cidadãos com um novo pensamento moral e ético e, conseqüentemente, uma nova postura em relação às questões ambientais (Pereira, 2014). Devido a amplitude dessa formação, a educação ambiental deve estar então não somente ligada às questões do meio ambiente físico, mas também destacar os cuidados com a prevenção de doenças e controle dos fatores ambientais que afetam à saúde (Pereira et al, 2012).

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo fazer um apanhado da

bibliografia disponível acerca da temática da educação ambiental e sua relação com a saúde humana. Com isso, inicialmente é apresentada a metodologia da busca dos referenciais bibliográficos. Em seguida, a partir do referencial construído, é feita uma retrospectiva histórica da saúde ambiental, a apresentação de sua conceituação a partir do referencial, uma discussão a respeito da educação ambiental na promoção de saúde e prevenção de doenças e, por fim, são apresentadas as conclusões obtidas a partir do que foi estudado dentro dessa temática.

2 | METODOLOGIA

Trata-se de um estudo de natureza qualitativa, constituída de revisão bibliográfica da literatura, para reunir informações sobre educação ambiental para a saúde humana. Foi feita a coleta de dados de estudos precedentes em fontes bibliográficas, como: Livros – obras literárias ou obras de divulgação; Publicações periódicas – artigos científicos de revistas ou jornais científicos, disponíveis em bibliotecas ou internet; Obras acadêmicas – trabalho de conclusão de curso/TCC, dissertação de mestrado, tese de doutorado, disponíveis em bibliotecas ou internet.

O estudo foi desenvolvido mediante consulta em base dados, como o LILACS (Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde) e Scielo (Scientific Eletronic Library online). Foram utilizados os seguintes descritores: saúde ambiental, educação ambiental, saúde, doenças emergentes, cronologia, vigilância ambiental. Houve a realização de leituras, discussões e fichamentos dos textos, para uma maior compreensão sobre o tema.

Fizeram parte da amostra os artigos completos que obedeceram aos critérios de inclusão: serem publicados no período de 2000 a 2017, nos idiomas português e inglês e referentes. Foram aplicados critérios e refinamentos da busca a partir do título e da leitura dos resumos dos artigos pré-selecionados, para restringir a quantidade de artigos a serem utilizados na pesquisa.

3 | RETROSPECTIVA HISTÓRICA DA SAÚDE AMBIENTAL

As pessoas se diferenciam dos demais seres vivos por produzir e fazer uso das tecnologias, modificando o meio ambiente e sendo transformado por ele, tendo como objetivo a sobrevivência e bem-estar. Essa utilização compulsória, muitas vezes evidenciam riscos à sua própria existência, afetando o ecossistema (Da Silva, 2003).

Descrever os momentos históricos é envolver preocupações enfatizando à saúde humana no decorrer dos anos e dos efeitos ambientais, como por exemplo: a relação dos efeitos do clima na mudança dos humores do corpo, sujeiras e odores. As práticas sanitárias nasceram quando começou a estabelecer as primeiras relações entre o meio

ambiente e saúde humana. Desde a Grécia antiga (meados do século V, a. C.), já se formulava questões referentes aos cinco elementos com as enfermidades, principalmente com as doenças endêmicas (Nogueira, 2004).

A partir da primeira Revolução Industrial, uma das maiores transformações é a batalha para controlar o capitalismo e reafirmar o aspecto social. O ambientalismo, que é as ideias em defesa do meio ambiente poderia propiciar uma das maneiras de controlar o capitalismo ou surgir com uma das possíveis modificações (Lopes, 2006).

A Inglaterra, no século XVII, iniciou a aplicação dos métodos estatísticos à saúde pública, visando a compreensão de ações preventivas de saúde, demonstrando a relação da condição de saúde com o meio ambiente, evidenciando a importância da saúde e do seu vínculo com o trabalho como agente de produção.

Todo o processo histórico nesse conjunto de ambientalização, implica diretamente em mudanças no Estado, e nas atitudes das pessoas em seus estilos de vida, seja no trabalho, no cotidiano e até mesmo nos momentos de lazer. Essas modificações incluem em alguns pontos, como os conflitos sociais a nível de localidade e os efeitos instituídos a aceitação de novas práticas. Também é possível destacar a educação ambiental como um novo modelo de conduta tanto individuais quanto coletivas, e sem esquecer da participação nos assuntos voltados às questões ambientais, enfatizando as consequências que os efeitos da indústria e mercado atinge diretamente o meio ambiente com a ponta do ciclo para a saúde da população.

O entendimento dos problemas ambientais como não sendo restrito apenas aos aspectos de saneamento básico e controle de vetores, bem como a melhoria das políticas sociais, foram levantadas pelos movimentos ambientalistas, a partir da década de 50 e ganhando força na década de 60 e 70 (Palácios, 2004).

A partir de 1970 apareceram programas de combate a poluição do ar e da água nos países industrializados. No Brasil, em 1990 o Ministério da Saúde, junto ao Conselho Nacional de Saúde estruturou subsídios para construção da Política Nacional de Saúde Ambiental. Em 1999, o Ministério da Saúde criou o Sistema Nacional de Vigilância Ambiental (SNVA), para fortalecer as discussões nos programas de saúde ambiental. O SNVA tem como objetivo a intensificação da participação da população por meio da promoção de saúde e qualidade de vida, integrando a saúde, meio ambiente e desenvolvimento (Augusto, 2003).

A partir dos anos 2000, foram desenvolvidas diversas ações e construídas diretrizes cada vez mais consolidadas para a Política Nacional de Saúde Ambiental e mediante a período começaram o estreitamento nas relações e aproximações entre teoria (estudos relacionando saúde e ambiente) e a prática (a realidade dos impactos afetados na população) para uma Vigilância em Saúde Ambiental (VSA) no Brasil cada vez mais eficiente (Barcellos, 2006).

3.1 Saúde ambiental: conceitos

O conceito de saúde ambiental, surgiu a partir da primeira Conferência Internacional sobre Promoção da Saúde, realizada em Ottawa, no Canadá, em 1986. Até então, principalmente o controle de doenças transmitidas por vetor e de veiculação hídrica era feito mediante ações ambientais. Esse conceito definiu, como um de seus principais trajetos de atuação, a criação de ambientes favoráveis à saúde, conhecidos como ambientes saudáveis. Várias conferências internacionais sobre o tema foram organizadas desde então e vêm influenciando políticas de saúde coletiva dos mais diversos países (Ribeiro, 2004).

A nova Saúde Ambiental expandiu seu potencial e suas visões, ao mesmo tempo que desenvolveu uma base científica e objetiva. Coincidentemente, vem fornecendo um pilar mais sólido para a efetividade de políticas e programas de saúde visando à níveis mais altos de saúde para a totalidade das populações (Freitas, 2003).

O padrão do hospedeiro agente no meio ambiente aumentou, com a extensão da definição de cada um dos elementos, em relação às doenças infecciosas quanto às doenças crônico-degenerativas, ocorrendo em um ambiente de diferentes ordens: física, biológica e social, ou seja, a teoria da multicausalidade. As intervenções para mudar os fatores relativos aos hospedeiros, aos agentes ou aos ambientes constituem a essência da nova saúde pública (Pignatti, 2004).

A saúde dos indivíduos é afetada por fatores de risco particulares àquela pessoa e por fatores externos (Pereira, 2012). Adere-se a abordagem de risco, que seleciona grupos populacionais na sustentação de exposição e auxilia a determinação de intervenções prioritárias para reduzir a morbidade e a mortalidade (Pereira, 2014).

A medida de risco à saúde é tida como abordagem de risco pressupõe algo para todos, principalmente para aqueles que mais sofrem, em proporção àquela necessidade e que, em termos epidemiológicos, são aqueles com maior risco relativo, sobretudo relacionados a poluição do ar, poluição industrial, ruído, radioatividade e lixo radioativo, segurança química, emergências ambientais e gerenciamento de demanda de água (Who, 2003).

Salientando que nos mais diversos significados para o real conceito de saúde, encontra-se no SUS um novo ponto de vista: relações dos profissionais com a população, o adentramento e territorialização, informação e educação em saúde com propósito de promover melhor qualidade de vida, controlando então a alimentação, a prática de atividade físicas, dentre outros, a fim de construir políticas públicas para a construção de um sistema cada vez mais responsável, superando todas as barreiras para se conseguir avançar nos determinantes para se ter uma boa saúde (Rabello, 2009).

3.2 A educação ambiental e sua importância para a saúde humana

Dentro do âmbito Ambiental, temos ainda o conceito de Educação Ambiental. Esse termo foi utilizado pela primeira vez em 1948, durante um encontro da União Internacional

para a Conservação da Natureza, em Paris. No entanto, somente em 1972, na Conferência Mundial sobre o Meio Ambiente Humano, em Estocolmo, que a Saúde Ambiental entra nas pautas internacionais (Ministério da Educação, 2007; Galli, 2007).

Em 1977 em Tbilisi na Geórgia, aconteceu Primeira Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental, que firmou a definição, os objetivos, os princípios e as estratégias para a Educação Ambiental. Também, concluiu-se a responsabilidade do ser humano em relação ao meio ambiente, e a grande relevância que a educação possui para solucionar os problemas nesse quesito. Ainda foram criados ministérios, legislações, regulamentos, entre outros que até hoje são adotados em todo o mundo. (Barbieri e Silva, 2011).

Durante o encontro Rio-92 No Brasil, foram produzidos o Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global e a Agenda 215, que definem a educação ambiental como direito de todos os cidadãos um ambiente ecologicamente saudável e com objetivos econômicos. Que tiveram como princípio transformar-se em ação, formando a consciência dos cidadãos, estimulando a adoção de comportamentos ambientalmente adequados, visando garantir que todos tenham acesso às necessidades básicas (Ministério da Educação, 2005; Da Silva Junior, 2007).

2014 foi o último ano da Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável (2005-2014), iniciativa das Nações Unidas com objetivo de desenvolver os valores sustentáveis em todos os setores, para fomentar mudanças sociais que permitam um futuro sustentável e justo, em que as questões ambientais sejam elemento primordial no desenvolvimento de políticas sociais e econômicas. Permitindo assim, uma melhor qualidade de vida para essa geração e as futuras (Unesco, 2005).

No entanto, esse é um processo dinâmico, que caminha junto com os valores e transformações sociais, sendo ainda uma construção global, nacional e local, e por isso deve enfrentar as barreiras da identidade cultural e diversidade, com práticas interdisciplinares para promover mobilização e participação de todos os envolvidos. Sabe-se ainda, que diante das transformações ambientais e climáticas que vivemos nas últimas décadas, tais iniciativas são insuficientes se não contemplarem de fato, a educação como premissa básica para as mudanças necessárias (Layrargues, 2004).

Desenvolvimento desenfreado, excesso de lixo, urbanização mal planejada, degradação, exploração e poluição dos recursos naturais, aquecimento global. São apenas alguns exemplos que apresentam riscos para a qualidade de vida e saúde da sociedade, e apesar de todos os acontecimentos que discutem a saúde e educação ambiental, cada vez mais os espaços se fazem favoráveis para a propagação de vetores e doenças.

As mudanças climáticas resultado do desenvolvimento prezado pela economia, atinge a todos os setores da sociedade, com a poluição atmosférica, aumento da temperatura, mudanças pluviométricas, contaminação das águas e destruição da biodiversidade. O aumento da temperatura afeta diretamente a proliferação de doenças infecciosas causadas por vetores e água contaminada, já que estes têm preferência por ambientes mais quentes

para se reproduzir. Como dengue e a febre amarela, além disso, há o aumento de outras arboviroses, esquistossomose, filariose e também malária. (Alho, 2012).

Grande parte das doenças endêmicas brasileiras é proveniente da desigualdade social, relacionando-se com grupos populacionais vivendo em condições precárias, em que o maior problema ainda é a falta de saneamento básico (Who, 2005). Ficando claro assim, que os esforços somente serão válidos, quando feitos paralelamente a políticas sociais que além de modificar o ambiente em si, melhorando a habitação, o saneamento básico, o uso e tratamento da água, e que ainda incorporem a mobilização de toda a sociedade, promovendo a educação ambiental e da saúde (Barreto, et al, 2011).

Tem-se ainda como consequência dessa degradação ambiental, o risco da qualidade de vida das próximas gerações. A ligação entre educação e saúde ambiental deve ser permanente, em todos os setores, econômicos, sociais e culturais, de forma a estimular intervenções que diminuam os danos já existentes, e promovam para futuro, o entendimento de saúde ambiental como primordial para a vida humana (Carvalho, 2006).

A Política Nacional de Educação Ambiental Lei nº 9795/1999, Art 1º. Define por educação ambiental “os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade”.

A problematização do assunto deve se voltar para o coletivo, com base no cotidiano, despertando o pensamento crítico, comprometimento e a cidadania dos sujeitos para sanar os tantos desafios. Deve ainda permitir a articulação de novos atores sociais, baseando-se na ideia que o diálogo e a interdependência de diferentes áreas de saber contra a degradação permanente do meio ambiente e do seu ecossistema (Beserra, 2010).

4 | CONCLUSÃO

A ligação entre o meio ambiente e a saúde humana é discutida desde quando se começou a estabelecer relações entre estes. Hoje em dia após a questão de saúde ambiental entrar nas pautas internacionais, há o objetivo de fazer com que essa questão seja elemento primordial no desenvolvimento de políticas sociais e econômicas, além da ampliação dos valores sustentáveis em todos os setores. Visando assim uma melhor qualidade de vida para a geração atual e as futuras.

A educação ambiental vem se tornando foco de interesse por contribuir no processo de transformação da sociedade atual em uma sociedade sustentável, onde valoriza a relação homem-saúde-ambiente, tornando o ser humano como responsável do meio e trazendo assim a relevância que a educação detém para solucionar os problemas nesse quesito.

É imprescindível que a educação se torne como premissa básica para as mudanças

necessárias e que a relação entre a educação ambiental e a saúde tenha um caráter permanente e de compromisso socioambiental, de forma a estimular intervenções que diminuam os danos já existentes e promovam para futuro o entendimento de saúde ambiental como fundamental para a vida humana, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida, promoção de saúde e sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

AUGUSTO, L. G. da S. Saúde e vigilância ambiental: um tema em construção. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 12, n. 4, p.177-187, 2003.

ALHO, C. J. R. Importância da biodiversidade para a saúde humana: uma perspectiva ecológica. **Estud. av.**, São Paulo, v. 26, n. 74, p. 151-166, 2012 .

BARBIERI, José Carlos; SILVA, Dirceu da. Desenvolvimento sustentável e educação ambiental: uma trajetória comum com muitos desafios. **RAM, Rev. Adm. Mackenzie (Online)**, São Paulo , v. 12, n. 3, p. 51-82, 2011 .

BARCELLOS, C.; QUITÉRIO, L. A. D. Vigilância ambiental em saúde e sua implantação no Sistema Único de Saúde. **Revista de Saúde pública**, v. 40, n. 1, p.170-177, 2006.

BARRETO, Maurício L. et al. Sucessos e fracassos no controle de doenças infecciosas no Brasil: o contexto social e ambiental, políticas, intervenções e necessidades de pesquisa. **The Lancet**, v. 3, p. 47-60, 2011.

BESERRA, E. P. et al . Educação ambiental e enfermagem: uma integração necessária. **Rev. bras. enferm.**, Brasília , v. 63, n. 5, p. 848-852, 2010 .

BRASIL. Lei nº 9887, de 27 de abril de 1999. Dispões sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 8 dez. 1996. Seção 1, p. 13.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Programa nacional de educação ambiental - ProNEA / **Ministério do Meio Ambiente, Diretoria de Educação Ambiental**. - 3. Ed., 2005. 102p.

CARNEIRO, F. F. et al. Saúde ambiental e desigualdades: construindo indicadores para o desenvolvimento sustentável. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 17, n. 6, p.1419-1425, 2012.

CARVALHO I.C.M. As transformações na esfera pública e a ação ecológica: educação e política em tempos de crise da modernidade. **Rev Bras Educ**, 2006.

DA SILVA A., DE MAGALHÃES CÂMARA L. G.; Volney. Saúde e ambiente: uma reflexão da Associação Brasileira de Pós-Graduação em Saúde Coletiva-ABRASCO. **Rev. bras. epidemiol**, v. 6, n. 2, 2003.

DA SILVA JÚNIOR, Iveraldo Soares. A educação ambiental como meio para a concretização do desenvolvimento sustentável. **Direito Público**, v. 4, n. 17, 2007.

FREITAS, C. M. Problemas ambientais, saúde coletiva e ciências sociais. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 8, n. 1, p. 137-150, 2003.

GALLI, Alessandra. Educação ambiental como Instrumento para o Desenvolvimento Sustentável. **Universidade Católica do Paraná. Paraná, 2007.**

LAYRARGUES, P. P. Identidades da educação ambiental brasileira. Brasília: **Ministério do Meio Ambiente, 2004.**

LOPES, José Sérgio Leite. Sobre processos de "ambientalização" dos conflitos e sobre dilemas da participação. **Horizontes antropológicos**, v. 12, n. 25, p. 31-64, 2006.

NOGUEIRA-MARTINS, Maria Cezira Fantini; BÓGUS, Cláudia Maria. Considerações sobre a metodologia qualitativa como recurso para o estudo das ações de humanização em saúde. **Saúde e sociedade**, v. 13, n. 3, p. 44-57, 2004.

PALÁCIOS, M.; CÂMARA, V. de M.; JESUS, I. M. Considerações sobre a epidemiologia no campo de práticas de saúde ambiental. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 13, n. 2, p. 103-113, 2004.

PEREIRA, C. A. R., et al. Educação ambiental como estratégia da Atenção Primária à Saúde. **Revista Brasileira de Medicina de Família e Comunidade**, v. 7, n. 23, p. 108-116, 2012.

PEREIRA, D. A. Educação ambiental e interdisciplinaridade: avanços e retrocessos. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium**, v. 5, n. 2, 2014.

RABELLO, Lucíola Santos. Promoção de saúde: desafio ou adaptação: a construção social do conceito, de Alma-Ata aos dias atuais, no Brasil e no Canadá. **Tese ao Programa de Pós-Graduação em Estudos Comparados sobre as Américas do Centro de pesquisa para as Américas da Universidade de Brasília. 2009.**

RIBEIRO, H. Saúde Pública e Meio Ambiente: evolução do conhecimento e da prática, alguns aspectos éticos. **Saúde e Sociedade**, v. 13, n. 1, p. 70-80, 2004.

ROHLFS, D. B. et al. A construção da Vigilância em Saúde Ambiental no Brasil. **Cad. Saúde Colet**, v. 19, n. 4, p. 391-8, 2011.

RIBEIRO, Helena. Saúde Pública e meio ambiente: evolução do conhecimento e da prática, alguns aspectos éticos. **Saude soc.**, São Paulo , v. 13, n. 1, p. 70-80, Apr. 2004. Acesso em 23 Ago 2017.

SECAD, CADERNOS. Educação Ambiental: aprendizes de sustentabilidade. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade. **Ministério da Educação. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade (Secad/MEC)**, Brasília–DF, 2007.

UNESCO. Década da Educação das Nações Unidas para um Desenvolvimento Sustentável, 2005-2014: **documento final do esquema internacional de implementação.** – Brasília : 2005. 120 p.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Millenium Ecosystem Accesment. Ecosystems and human well-being: health synthesis. **WHO Press: France, 2005. 53p.**

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Definition of Environmental Health developed at **WHO consultation in Sofia**, Bulgaria. 2003.

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 saudável 56

B

Bagaço de cana de açúcar 20, 21, 25

Biodigestor 169, 171

Biodiversidade 60, 61, 62, 73, 186, 188

Biomassa florestal 20, 21, 22, 24, 25

C

Caldeira 175, 177, 178, 179, 180

Carro solar 1, 2, 7

Carvão mineral 26, 27, 28, 35

Cinzas 20, 21, 22, 24, 25, 26, 180

Combustão 22, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 175, 177, 178, 179

Construção civil 55, 56, 57, 59, 63, 64, 65, 66, 67, 69, 70, 71, 87, 91, 190

D

Dejetos bovinos 169

Destinação final 64, 86, 87, 91, 92, 103, 107, 121, 122, 143

E

Ecologia humana 112, 113, 118

Emissão de gases de efeito estufa 43, 47

Emissão de poluentes 28, 175, 177

Energia 1, 2, 3, 4, 8, 9, 11, 12, 13, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 26, 27, 28, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 94, 97, 130, 146, 147, 151, 176, 180, 190

Energia renovável 8, 12, 22, 48

Energia solar 1, 11, 12, 19, 36, 42, 43, 44, 45, 53, 151

Estação de tratamento de água 36, 37, 38, 41

Eventos extremos 128

G

Geoprocessamento 128, 129, 130, 131, 132, 157, 160, 163, 168

Gerenciamento de resíduos 64, 86, 122, 157, 160, 166

Gestão 15, 18, 27, 29, 33, 34, 53, 64, 70, 74, 86, 87, 88, 92, 97, 103, 104, 106, 107, 111,

122, 130, 133, 136, 139, 142, 143, 160, 161, 162, 163, 167, 175, 190

Gestão ambiental 53, 70, 106, 107, 133, 161, 190

Guerra 60, 61, 62

L

Lixo 63, 64, 72, 74, 75, 78, 79, 85, 87, 90, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 104, 105, 159, 173, 185, 186

Lixo marinho 72, 75

M

Material particulado 28, 55, 57, 58, 59

Meio ambiente 1, 9, 27, 34, 43, 44, 55, 56, 58, 59, 62, 63, 65, 68, 70, 86, 87, 90, 91, 93, 94, 103, 104, 107, 122, 126, 127, 129, 133, 135, 136, 159, 160, 161, 163, 170, 176, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190

Microestrutura 1, 2, 4, 7, 8, 9

Módulos fotovoltaicos 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 46, 49, 51

Monitoramento 59, 72, 76, 78, 103, 144, 152, 160, 165, 175, 177, 179

O

Obras 63, 64, 71, 95, 143, 183, 190

Óleo de vegetal 121

Orientações 9, 63

P

Painel fotovoltaico 1, 2, 7, 8, 9

Piezoelétrico polimérico 1, 2, 5

Planejamento 34, 71, 98, 103, 106, 111, 119, 128, 129, 130, 132, 133, 143, 157, 160, 162, 163, 164, 166, 190

Plano de ação 55, 58, 59, 175, 178, 179

Política 60, 61, 70, 91, 94, 104, 107, 121, 122, 127, 161, 167, 184, 187, 188

População 42, 44, 45, 63, 64, 66, 73, 86, 88, 89, 90, 95, 97, 98, 99, 103, 121, 122, 127, 129, 130, 135, 146, 147, 154, 157, 158, 162, 181, 184, 185

Praias 72, 73, 74, 76, 78, 79, 80, 83, 85, 89, 95, 119

Prevenção 134, 182, 183

Processos costeiros 72, 74

Q

Qualidade do ar 55, 57, 59, 146, 177

R

Reciclagem 63, 64, 68, 69, 70, 86, 92, 94, 99, 100, 104, 111, 121, 122, 123, 126, 127

Resíduos sólidos 64, 68, 69, 70, 72, 73, 74, 75, 78, 80, 82, 83, 84, 86, 87, 88, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 97, 98, 99, 103, 104, 106, 107, 108, 109, 111, 121, 122, 127, 143, 155, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 166, 167

S

Saúde 48, 56, 57, 59, 74, 78, 86, 89, 91, 92, 94, 95, 97, 103, 104, 107, 135, 136, 137, 139, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 150, 153, 154, 155, 156, 158, 160, 161, 166, 167, 176, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189

Seleção 11, 97, 134, 143, 165

Sertão 12

Sistema Grid-Tie 36

T

Temperatura 7, 50, 87, 90, 92, 101, 123, 145, 146, 147, 148, 149, 151, 152, 153, 154, 175, 177, 179, 186

Tomada de decisão 11, 13, 14, 18, 134, 139, 143, 163

Tratamento 13, 36, 37, 38, 39, 41, 42, 64, 68, 86, 87, 88, 90, 92, 93, 99, 102, 103, 104, 122, 157, 163, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 187

U

Umidade 31, 87, 102, 145, 146, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154

Urbanização 63, 64, 128, 129, 132, 135, 147, 158, 186

V

Vermifiltração 169, 173


Vigilância ambiental 181, 183, 184, 188

Z

Zoneamento ambiental 112, 113, 114, 117, 118, 119

Avaliação, Diagnóstico e Solução de Problemas Ambientais e Sanitários

 **Atena**
Editora
Ano 2020

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Avaliação, Diagnóstico e Solução de Problemas Ambientais e Sanitários

Atena
Editora
Ano 2020

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br