



O Meio Ambiente Sustentável

**Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco
Juliana Yuri Kawanishi
Mauricio Zadra Pacheco
(Organizadores)**

Atena
Editora
Ano 2019



O Meio Ambiente Sustentável

**Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco
Juliana Yuri Kawanishi
Mauricio Zadra Pacheco
(Organizadores)**

Atena
Editora
Ano 2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Geraldo Alves
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores



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

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobom – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
M514	<p>O meio ambiente sustentável [recurso eletrônico] / Organizadores Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco, Juliana Yuri Kawanishi, Mauricio Zadra Pacheco. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-859-5 DOI 10.22533/at.ed.595192012</p> <p>1. Desenvolvimento sustentável. 2. Meio ambiente. 3. Sustentabilidade. I. Pacheco, Juliana Thaisa Rodrigues. II. Kawanishi, Juliana Yuri. III. Pacheco, Mauricio Zadra.</p> <p style="text-align: right;">CDD 363.7</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

A proposta da obra “O Meio Ambiente Sustentável” busca expor diferentes conteúdos vinculados à questão ambiental dispostos nos 19 capítulos. O e-book traz à tona a temática contemporânea da sustentabilidade e a ação direta do ser humano na responsabilidade e criação de estratégias de desenvolvimento do ambiente como um todo.

A obra perpassa por temas como economia, tecnologia e desenvolvimento ambiental, integrando áreas que se complementam e se integram na geração de conhecimento e literatura fundamentais ao progresso da sociedade com a preocupação de manutenção dos recursos naturais e a geração sustentável de técnicas de desenvolvimento.

A fluência dos artigos ora apresentados nesta obra contribuem, e muito, para o embasamento teórico ao trabalho de pesquisadores e discentes, bem como para o leitor que busca somente a aprazível leitura de temas importantes para a humanidade, com consistência teórica e relevante valor científico.

Os impactos ambientais, o uso do solo e a educação são eixos temáticos também abordados nesta relevante obra de autores comprometidos com a veracidade científica, a divulgação do conhecimento e a sedimentação de práticas que promovam o desenvolvimento sustentável com o comprometimento para com a sociedade.

Deste modo a obra “Meio Ambiente Sustentável” apresenta a fundamentação da teoria obtida na prática pelos autores deste e-book, sejam professores, acadêmicos e pesquisadores que arduamente desenvolveram seus trabalhos que aqui serão apresentados de maneira concisa e didática. A importância desse espaço de divulgação científica evidencia o comprometimento e a estrutura da Atena Editora que nos traz uma plataforma consolidada e confiável para que pesquisadores exponham e divulguem seus resultados.

Juliana Thaisa R. Pacheco
Juliana Yuri Kawanishi
Mauricio Zadra Pacheco

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
COLETA SELETIVA DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNICÍPIO DE CAMPO GRANDE, MATO GROSSO DO SUL	
Vanessa Rodrigues Bentos	
DOI 10.22533/at.ed.5951920121	
CAPÍTULO 2	11
HORTO DIDÁTICO: PLANTAS MEDICINAIS E AROMÁTICAS NA PRODUÇÃO DE REPELENTE NO AMBIENTE ESCOLAR	
Francisco Xavier da Silva de Souza	
Márcio do Rosário do Carmo	
Luiz Everson da Silva	
Andressa Amaral Bach	
Flavia de Freitas Pereira	
Evany Evelyn Lenz Lopes	
Márcio do Rosário do Carmo	
Vinicius Bispo Pereira	
Gustavo Felipe dos Santos Peres	
Henrique Rosário da Silva	
Rhayra Pontes Verissimo Duarte	
DOI 10.22533/at.ed.5951920122	
CAPÍTULO 3	29
EDUCAÇÃO AMBIENTAL: PERCEPÇÃO DOCENTE DO CONHECIMENTO SOBRE A NATUREZA	
Rosimeire Vieira Oliveira	
Noelma Miranda de Brito	
Josemare Pereira dos Santos Pinheiro	
DOI 10.22533/at.ed.5951920123	
CAPÍTULO 4	41
ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA INCORPORAÇÃO DE CINZA DE CASCA DE ARROZ E EFLUENTE DE BIOGÁS NA PLASTICIDADE DA CERÂMICA VERMELHA	
Bruna Pereira da Silva	
Andréia Rangel Balensiefer	
Beatriz Anne Bordin Zen	
Estevan Castro Silva	
DOI 10.22533/at.ed.5951920124	
CAPÍTULO 5	58
FRUGIVORIA E SOMBRA DE SEMENTES DE <i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult. (PRIMULACEAE) EM UMA ÁREA DE REGENERAÇÃO NATURAL DO PARQUE ESTADUAL DA SERRA FURADA, SC	
Robson Siqueira Patricio	
Birgit Harter-Marques	
DOI 10.22533/at.ed.5951920125	

CAPÍTULO 6 72

GERMINAÇÃO DE ESPÉCIE NATIVA COM APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS COMO METODOLOGIA DE ENSINO

Letícia Queiroz de Souza Cunha
Lúcia Filgueiras Braga
Givanildo Sousa Gonçalves

DOI 10.22533/at.ed.5951920126

CAPÍTULO 7 88

MINICENTRAL HIDRELÉTRICA: UMA ALTERNATIVA DE ACESSO À ELETRICIDADE NAS TERRAS INDÍGENAS SÃO MARCOS E RAPOSA SERRA DO SOL

Adnan Assad Youssef Filho
Antônio Wéliton Simão de Melo
Paulo George Brandão Coimbra
Maria Conceição de Sant'Ana Barros Escobar
Antônio Nazareno Almada de Sousa
Wilson Jordão Mota Bezerra

DOI 10.22533/at.ed.5951920127

CAPÍTULO 8 103

EVIDENCIAÇÃO DO VALOR CONTÁBIL DAS RECEITAS DE SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS NAS ATIVIDADES AGROPECUÁRIAS

Aguinaldo Rocha Gomes
Lídia Maria Lopes Rodrigues Ribas

DOI 10.22533/at.ed.5951920128

CAPÍTULO 9 118

INFLUENCIA DA ALTURA DA ÁRVORE NAS CARACTERÍSTICAS DAS MADEIRAS DE *Pinus taeda* L. E *Pinus patula* Schlttdl & Cham

Bibiana Regina Argenta Vidrano
Fernando José Borges Gomes
Cristiane Pedrazzi
Talita Baldin
Luciano Denardi
Diego Pierre de Almeida

DOI 10.22533/at.ed.5951920129

CAPÍTULO 10 130

COLONIZAÇÃO DO NORTE DE MATO GROSSO E AS EMPRESAS AGROPECUÁRIAS NA EXPANSÃO DO CAPITAL

Gildete Evangelista da Silva
Letícia Gabrielle de Pinho e Silva

DOI 10.22533/at.ed.59519201210

CAPÍTULO 11 142

ESTUDO DOS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS CAUSADOS PELO ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE FUNDÃO EM MARIANA-MG

José Aparecido de Oliveira Leite
Cíntia Gil de Aguiar
Kamilla dos Santos Bastos

CAPÍTULO 12 159

USO DA TERRA EM FUNÇÃO DAS CLASSES DE DECLIVIDADE NA MICROBACIA DO RIO DA DONA – BAHIA

Laiana dos Santos Trindade
Jamile Brazão Mascarenhas
Avete Vieira Lima
Raíssa Homem Gonçalves
Lucas de Souza Alves
Luise Torres Oliveira
Taline Borges Ribeiro
Everton Luís Poelking
Thomas Vincent Gloaguen

DOI 10.22533/at.ed.59519201212

CAPÍTULO 13 168

DIETA E DISPERSÃO DE SEMENTES POR MORCEGOS EM ÁREA DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL E SISTEMA AGROFLORESTAL, NO INTERIOR DO ESTADO DE SÃO PAULO

Ana Elisa Teixeira da Silva
Vlamiir José Rocha
Rodolfo Antônio de Figueiredo

DOI 10.22533/at.ed.59519201213

CAPÍTULO 14 182

FATORES DE RISCO ASSOCIADOS A ALTERAÇÕES MUSCULOESQUELÉTICAS EM CHARUTEIRAS DE MUNICÍPIOS DO RECÔNCAVO DA BAHIA

Márcio Frâncis Pires Gonçalves
Larissa Rolim Borges Paluch

DOI 10.22533/at.ed.59519201214

CAPÍTULO 15 195

PERCEPÇÃO DA QUALIDADE DE VIDA DE MOTORISTAS DE TRANSPORTE COLETIVO URBANO EM UMA CIDADE DO PONTAL DO PARANAPANEMA

Danillo Nascimento Vicente
Nathalye Fernanda Pedroso Dircksen
Camila Sousa Vilela
Isabela Santos Souza
Camilla Fernandes Cardoso
Gilson Ricardo dos Santos
Fabiola de Azevedo Mello
Ana Karina Marques Salge
Debora Tavares de Resende e Silva
Marcus Vinicius Pimenta Rodrigues
Renata Calciolari Rossi

DOI 10.22533/at.ed.59519201215

CAPÍTULO 16	202
INFLUÊNCIA DOS RESÍDUOS DA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA NA SAÚDE RESPIRATÓRIA DE MOTORISTAS DE TRANSPORTE COLETIVO URBANO EM UMA CIDADE DO PONTAL DO PARANAPANEMA	
Danillo Nascimento Vicente	
Nathalye Fernanda Pedroso Dircksen	
Camila Sousa Vilela	
Isabela Santos Souza	
Camilla Fernandes Cardoso	
Gilson Ricardo dos Santos	
Fabiola de Azevedo Mello	
Ana Karina Marques Salge	
Debora Tavares de Resende e Silva	
Marcus Vinicius Pimenta Rodrigues	
Renata Calciolari Rossi	
DOI 10.22533/at.ed.59519201216	
CAPÍTULO 17	214
AVALIAÇÃO DO CONFORTO AMBIENTAL EM SALAS DE AULA COM CLIMATIZAÇÃO ARTIFICIAL NA CIDADE DE RECIFE-PE	
Luciano Torres Prestrelo	
Werônica Meira de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.59519201217	
CAPÍTULO 18	236
ESTUDO DE CASO DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL NAS INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS DO MATO GROSSO, NO PERÍODO DE 2004 A 2017	
Ana Paula de Moraes Campos Teixeira	
Fabiana Pereira de Sousa	
Marney Pascoli Cereda	
DOI 10.22533/at.ed.59519201218	
SOBRE OS ORGANIZADORES	251
ÍNDICE REMISSIVO	252

COLETA SELETIVA DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNICÍPIO DE CAMPO GRANDE, MATO GROSSO DO SUL

Data de aceite: 21/11/2019

Vanessa Rodrigues Bentos

Anhanguera Uniderp
Campo Grande, Mato Grosso do Sul

RESUMO: O presente estudo visa analisar os aspectos ambientais e econômicos da coleta seletiva de resíduos sólidos no município de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, bem como avaliar os aspectos operacionais da coleta seletiva, explicitando as práticas utilizadas e identificar as relações econômicas estabelecidas entre os envolvidos. A metodologia abrange fontes empíricas utilizadas com levantamentos a campo, observação sistemática, documentais, matérias jornalísticas, estudos específicos relacionados à pesquisa, visitas aos locais de tratamento e entrevistas semiestruturadas aplicadas. Durante o levantamento de dados, identificou-se a existência de catadores, cooperativas e empresas privadas executando a atividade de coleta; percebeu-se o interesse com o material com maior valor econômico; também foi apresentado a existência de monopólio e as dificuldades de algumas empresas de se manterem no mercado. Após a análise dos dados levantados, foi possível identificar, dentre outros resultados também relevantes, a importância de sistematização das

áreas que realizam a coleta; aumento da mão de obra para a separação dos materiais; controle do acúmulo de resíduos na UTR para garantir melhor qualidade do resíduo; estabelecimento de padrões razoáveis de valor de mercado para os produtos, garantindo a comercialização de todos os materiais; aumento da estrutura da UTR para permitir mais catadores trabalhando; criação de incentivos fiscais na atividade e estabelecimento de logística reversa.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos Reaproveitáveis, Sustentabilidade Urbana, Empresa Coletora, Empresa Consumidora.

SELECTIVE COLLECTION OF SOLID WASTE IN CAMPO GRANDE, MATO GROSSO DO SUL

ABSTRACT: This study aims to analyze the environmental and economic aspects of the selective collection of solid waste in the city of Campo Grande, Mato Grosso do Sul, as well as to evaluate the operational aspects of selective collection, explaining the practices used and identifying the economic relations established between those involved. The methodology encompasses empirical sources used with field surveys, systematic observation, documentaries, journalistic materials, specific research-related studies, site visits and semi-structured interviews applied. During the

data collection, it was identified the existence of pickers, cooperatives and private companies performing the collection activity; the interest with the material with higher economic value was noticed; The existence of a monopoly and the difficulties of some companies to stay in the market were also presented. After analyzing the data collected, it was possible to identify, among other equally relevant results, the importance of systematizing the areas that perform the collection; increased workforce for the separation of materials; control of waste accumulation at RTU to ensure better waste quality; establishing reasonable market value standards for the products, ensuring the marketing of all materials; increased RTU structure to allow more waste pickers to work; creation of tax incentives in the activity and establishment of reverse logistics.

KEYWORDS: Reusable Waste, Urban Sustainability, Collecting Company, Consumer Company.

1 | INTRODUÇÃO

A reversão do atual padrão de desenvolvimento, em direção à sustentabilidade ambiental, tem, no manejo adequado dos resíduos sólidos, um de seus maiores desafios, sendo que a adoção das práticas de gerenciamento integrado pelas municipalidades poderia ser a base do processo de enfrentamento do problema. Pode-se dizer que a produção excessiva de resíduos sólidos e o uso insustentável dos recursos naturais se configuram numa lógica destrutiva e num risco para a sustentabilidade do planeta, reiterando a necessidade de modificação do comportamento em relação ao tratamento do lixo (BECK, 1992; GUIVANT, 1998; FERREIRA, 2006).

O Brasil produz, aproximadamente, 800.000 toneladas de embalagens de vidro anualmente. Entretanto, apenas 27,6% (220,8 mil toneladas) de embalagens de vidro são recicladas. Desse montante, 5% são gerados por engarrafadores de bebidas, 10% por sucateiros e 0,6% oriundo de coletas promovidas pelas vidraçarias. O restante, 12%, provêm de refugos de vidro gerados nas fábricas. Dos outros 72,4%, uma parte é descartada, outra é reutilizada domesticamente e algumas embalagens são retornáveis.

A aprovação da Lei Federal nº. 12.305/2010 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) no Brasil regulou a gestão de resíduos sólidos no país, lançando desafios para a implantação e aprimoramento da coleta seletiva (BRASIL, 2010). Esta lei institui, de fato, um novo marco regulatório para os resíduos sólidos, tendo como diretriz basilar a não geração, a redução, a reciclagem, o tratamento dos resíduos sólidos e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Nela são consideradas as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública, bem como a promoção do desenvolvimento sustentável e da ecoeficiência (SOUSA, 2012).

O conceito de destinação final ambientalmente adequada também possui direta relação com a prática de coleta seletiva, que distingue os resíduos secos dos resíduos úmidos (orgânicos). A quantidade de municípios que contam com iniciativas de coleta separada dos resíduos secos no Brasil chegou a pouco mais de 62% do total (ABRELPE, 2014).

A pesquisa em questão se justifica, portanto, em razão da relevância da conservação do meio ambiente, entre outros fatores, ao fato de que a qualidade ambiental resulta no bem-estar da população com condições econômicas e sociais mais adequadas para as atuais e futuras gerações.

Com isto, objetivou-se analisar os aspectos operacionais da coleta seletiva de resíduos sólidos em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, explicitando as práticas utilizadas e identificando as relações econômicas estabelecidas entre a empresa coletora, e as empresas consumidoras dos produtos coletados.

2 | COLETA SELETIVA NO MUNICÍPIO DE CAMPO GRANDE, MATO GROSSO DO SUL: LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE DADOS

A fim de compreender a situação da coleta de resíduos no município de Campo Grande/MS foram feitos levantamentos junto aos órgãos públicos envolvidos no processo de coleta seletiva a fim de verificar os tipos de investimentos, o processo de coleta de resíduos, bem como a preocupação da gestão pública em relação a sustentabilidade; foram ainda realizadas entrevistas com os cooperados trabalhando na UTR (Unidade de Tratamento de Resíduos) e cooperados que se encontram fora da UTR, bem como empresas que atuam no tratamento de resíduos neste município.

Em Campo Grande/MS, o local conhecido como lixão foi fechado em fevereiro de 2016. Ainda existe uma resistência por parte dos catadores para dar continuidade à triagem de resíduos no local, pois a estrutura atual da UTR não comporta o quantitativo total de catadores, que gira em torno de 1.200 (um mil e duzentos), podendo ser ainda maior esse número. O lixão e a UTR estão localizados em Campo Grande/MS no bairro Dom Antônio Barbosa.

Quando os resíduos trazidos pelo caminhão de coleta normal chegam no Aterro Sanitário, esse lixo fica numa área de transição por um curto período, em torno de 24 horas para que os catadores realizem a triagem e separação dos materiais, e somente destina-se para o aterro sanitário os resíduos não aproveitáveis, reutilizáveis, ou recicláveis.

O serviço de coleta seletiva de resíduos é realizado por uma empresa terceirizada, no caso, CG Solurb Soluções Ambientais Spe Ltda. e possui três tipos de coleta: a coleta, transporte e destinação final de resíduos domiciliares, com

destinação dos resíduos no aterro Sanitário Dom Antonio Barbosa II; a coleta de resíduos de serviços de saúde; e a coleta seletiva na UTR.

A coleta seletiva já está implantada no centro da cidade, porém, há uma grande dificuldade de adesão dos moradores e do comércio. Foi solicitado o apoio e colaboração da associação dos comerciantes, mas, houve pouca adesão. Outro ponto crucial na execução da coleta da região está relacionado com a baixa qualidade do material coletado, pois, os materiais coletados estão indo para a UTR com rejeitos

A empresa concessionária que atualmente executa a coleta seletiva nos bairros de Campo Grande/MS aborda a questão da responsabilidade compartilhada, no sentido de que o gestor público não é o único responsável pela gestão dos resíduos, mas cada munícipe também é responsável pelo que produz.

O funcionamento da coleta seletiva ocorre com a participação da sociedade, dos catadores, empresas privadas, mercados, fábricas, etc., que recolhem os materiais recicláveis e vendem para a empresa coletora, então, tanto a pessoa física como a pessoa jurídica podem participar da coleta de materiais (ECOLIXO, entrevista, 2016).

Antes do fechamento do lixão em 2016, todo o resíduo que chegava no lixão era pesado, em seguida direcionado para o aterro sanitário. Existia uma área de transição, no qual o lixo ficava à disposição dos catadores para triagem dos materiais. A área total do lixão corresponde a 44 hectares, composta do aterro sanitário, o lixão (área de transição), prédios administrativos e áreas de acesso

O aterro sanitário é a forma correta de dispor os rejeitos no solo. Seu projeto de engenharia é baseado em critérios e normas operacionais específicas: os resíduos dispostos são cobertos com material inerte, com o objetivo de controlar a entrada de ar e água, controlar a saída de gás do aterro, reduzir o odor e de outros inconvenientes e facilitar a recomposição da paisagem, dentre outros fatores (CATAPRETA, 2008).

2.1 Comercialização dos materiais recicláveis

Acumula-se a quantidade de material reciclável até haver uma melhor opção de venda, pois, quanto maior o rendimento, mais valor é rateado entre os cooperados. Como as cooperativas estão trabalhando conjuntamente, pretende-se fazer a comercialização em rede, ou seja, diretamente para a indústria. Atualmente não é possível devido à falta de materiais, sendo necessário um quantitativo muito maior de resíduos recicláveis na UTR.

A empresa Ecolixo destina os materiais recicláveis para a empresa Repram, pois, o custo para mandar os produtos para os grandes centros é muito alto. A empresa Repram realiza a logística de coleta de materiais recicláveis do Estado inteiro, com presença em vários municípios. A coleta de materiais recicláveis exige a constituição da empresa com CNPJ (Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica), licença ambiental e alvarás de funcionamento (ECOLIXO, 2016)

Os materiais coletados que são recicláveis possuem valor de mercado, alguns mais lucrativos que outros. Dentre eles, o reciclável que mais compensa trabalhar, ou seja, que tem maior valor econômico agregado é o cobre, alumínio; em seguida, o papel, papelão, papel branco; e segue para o plástico duro.

2.2 Os benefícios da coleta seletiva

Pode-se abordar a coleta seletiva, sobre quatro pilares: o social, ambiental, energético e o de efluentes. No pilar social, com a atividade desenvolvida evita-se danos a sociedade, quanto a saúde da população e outro ponto é a geração de empregos em consequência da atuação da empresa no mercado; No pilar ambiental, o serviço prestado de destinação de resíduos perigosos é essencial para o ambiente, evitando maiores impactos e permitindo dar um caminho mais nobre ao resíduo gerado; No pilar energético, o produto fim do serviço prestado gera o combustível alternativo; e no pilar dos efluentes, ocorre o tratamento da água contaminada evitando que seja colocada no meio ambiente.

O trabalho dos catadores na coleta de materiais recicláveis ajuda o meio ambiente, evitando acúmulo de resíduos. A questão social é um dos benefícios com a realização da coleta seletiva, pois gera empregos na UTR e possibilita melhores condições de trabalho, pois, o trabalho no Lixão era realizado a céu aberto, o catador ficava no meio do lixo em contato direto com vários rejeitos, sem nenhum equipamento de proteção e sujeito a doenças. Realizar a coleta seletiva implica em atender a política nacional de resíduos, com os benefícios econômico e ambiental. Econômico porque ocorre a comercialização do material coletado e Ambiental porque menos resíduo vai para o aterro sanitário, com menos resíduo disposto no solo minimiza-se o impacto no meio ambiente.

No Lixão não existe nenhum tipo de controle, simplesmente põe o resíduo no local. Já o Aterro Sanitário, tem o controle de gás, controle do líquido do lixo que é o chorume, controle do solo que é a manta, controle geotécnico que é o suporte da estrutura.

Os catadores que estão trabalhando na UTR encontram condições de trabalho mais adequadas, utilizando equipamentos de proteção individual e sem insalubridade. Houve para as cooperativas um incentivo do Município com o projeto Cataforte 3 que permitiu alguns benefícios. Pretende-se com o projeto, estabelecer a comercialização do vidro para que as cooperativas possam realizar a venda diretamente para a indústria, ou, a possibilidade de processar em Campo Grande/MS esse tipo de material.

O projeto Cataforte beneficiou as cooperativas com a posse de dois caminhões para a realização da coleta de recicláveis, dessa forma, as cooperativas conduzem

seus trabalhos com outras articulações para a coleta de materiais. Trabalhar na UTR muda o social, o catador passa a ter uma classe melhor, com condições de trabalho mais adequadas, pois, a estrutura possui banheiro, local para almoçar, descansar, o trabalho é realizado na sombra e o material vem mais selecionado. Trabalhar com a coleta seletiva, permite que a empresa Ecolixo tenha 20 funcionários trabalhando com carteira assinada, pois, estima-se a produção de 200 toneladas por mês de materiais coletados.

O blend produzido pela Ecosupply é a transformação do resíduo em resíduo blendado que é encaminhado para a fábrica de cimento para ser queimado junto ao pneu e o petróleo coque, como combustível sólido alternativo. Então, o que era antes um contaminante, um poluente ao meio ambiente grave, se transforma num combustível alternativo.

2.3 Problemáticas do processo de coleta seletiva no município de Campo Grande, Mato Grosso do Sul

Para a extensão da coleta seletiva de resíduos seria necessário sistematizar melhor as áreas que já realizam a coleta, realizar mais investimentos e estabelecer diagnósticos. A produção atual de resíduos sólidos para o município de Campo Grande/MS é de 12 a 13 toneladas por dia, sendo 60% reciclável e 40% rejeito. Devido a transição entre o Lixão e a UTR, está faltando mão de obra para realizar a separação dos materiais coletados pelos caminhões na usina. O catador precisa sair do Lixão e ir para a unidade de triagem para realizar a separação de materiais e evitar o acúmulo de resíduos.

Do material coletado que entra na UTR, grande parte está permanecendo no local mais tempo, ocorrendo um acúmulo de resíduos, com isso perde qualidade devido a exposição ao sol e chuva e esse é um dos motivos para não executar a expansão da coleta. O projeto da UTR é processar o material coletado no mesmo dia, ou pelo menos no dia seguinte. Existe por parte dos catadores uma resistência para trabalhar nas cooperativas instaladas na UTR, pelo fato de ser necessário o compromisso com horário e normas das cooperativas, além da redução financeira

Outro dado relevante encontrado com as entrevistas foi a queda salarial dos cooperados. Há grande variação salarial entre o que se recebia com a triagem no lixão comparada com o trabalho na UTR. A análise aponta que o trabalho no lixão rendia semanalmente a média de R\$ 650,00, o que projetaria uma renda mensal de R\$ 2.600,00, ao passo que, na UTR, o valor mensal recebido seria, em média, R\$ 1.550,00.

Outro ponto que os catadores identificam como problema diz respeito ao recebimento imediato dos valores da venda dos materiais recicláveis, pois, realizando o trabalho no Lixão os catadores já passavam os materiais coletados diretamente

para os compradores e recebiam a contraprestação no ato. Na UTR além de ganhar pouco pelo trabalho prestado ainda é necessário aguardar em torno de quinze a trinta dias para receberem pela venda dos materiais.

Outro problema está relacionado a falta de comercialização de alguns materiais, pois, se não há comercialização, não há interesse dos catadores na separação desse resíduo em razão do baixo valor econômico, assim, aquele material que tem pouco valor econômico a cooperativa não vai separar, além disso, não há incentivo, tanto que pagam imposto sobre os materiais coletados, então, se pegar uma carga de lata aqui em Campo Grande/MS e levar para São Paulo, haverá a necessidade de pagar imposto, ocorrendo a bitributação, tendo em vista que já houve o consumo do produto. Quando ocorre o transporte desse produto consumido para qualquer lugar do país, há a cobrança de imposto sobre essa mercadoria, o que inviabiliza para as cooperativas, prevalecendo as grandes indústrias dentro do Estado, pois, conseguem pagar os impostos exigidos (SOLURB SOLUÇÕES AMBIENTAIS SPE LTDA, 2015).

Como não há nenhum tipo de incentivo, nem ao menos fiscal, as grandes empresas ditam o preço dos materiais para a venda e as cooperativas e empresas de menor porte são obrigadas a trabalhar com esse preço, não possuem outra opção, aceitando essa situação ou saem do mercado. Muitas empresas pequenas vendem os seus materiais recicláveis para a empresa Repram, e um dos motivos esta relacionado com a cobrança de impostos pelo Estado, por exemplo, o ICMS. O custo para encaminhar uma grande quantidade para fora do Município, envolve tanto o pagamento de imposto, emissão de nota fiscal, transporte e maquinários.

A mão de obra qualificada é um outro problema encontrado na atividade de coleta de resíduos; a pessoa que trabalha na reciclagem geralmente é porque não tem outra opção de emprego, possui o mínimo de instrução ou não possuem instrução alguma, enfim, trata-se de pessoa muito simples. No que diz respeito aos funcionários que realizavam o serviço de coleta percebia-se uma cultura diferenciada, pois, não se tem uma mão de obra qualificada, identificava-se empregados brigando uns com os outros, causando confusões, comendo os restos de alimentos que encontravam nos resíduos, não usavam equipamento de proteção, etc., enfim, era uma mão de obra complicada para trabalhar

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a execução da pesquisa foram identificadas as questões que envolvem o recolhimento dos resíduos sólidos, atingindo o tratamento e a destinação final dos materiais de modo mais adequado. O Lixão não é o local adequado para a destinação dos resíduos orgânicos, por isso, não resta dúvidas que não deve mais ser utilizado e para a utilização do Aterro Sanitário deve ocorrer uma fiscalização eficiente dos materiais destinados, evitando que resíduos recicláveis estejam misturados com os

resíduos orgânicos.

A coleta seletiva é ação determinante na qualidade de vida da sociedade em geral - tanto atual como futura. A coleta de resíduos sólidos jamais pode ser interrompida e deve ser entendida como responsabilidade de todos.

Este estudo proporcionou, ainda, a comprovação da necessidade de realizar o recolhimento dos resíduos sólidos, de modo a estabelecer um tratamento mais eficiente para cada tipo de material, promovendo a destinação final mais eficaz, permitindo a conservação do meio ambiente e evitando o contato com doenças graves.

Identifica-se que há uma grande quantidade de resíduos sendo gerados diariamente no Município de Campo Grande/MS, por isso, é imprescindível a expansão do serviço da coleta seletiva para todas as regiões, o que demandará maiores investimentos e incentivos por parte do poder público. A educação ambiental deve ser trabalhada em paralelo com essa expansão para evitar o desperdício e materiais contaminados.

O governo deve gerar condições para que esta ocorra, divulgando o serviço e conscientizando da sua necessidade, além de incentivar a cooperatividade por parte dos catadores, ao passo que a população precisa ser conscientizada dos benefícios proporcionados por uma destinação de resíduos adequada, os prejuízos à saúde e ao meio ambiente que a destinação incorreta traz.

O catador precisa ser estimulado para realizar essa prestação de serviço que é essencial e contribui para a qualidade do meio ambiente, por meio de cursos, capacitações, orientações devendo acontecer continuamente esse estímulo, além disso, deve ser incorporado a nova sistemática de trabalho por meio de cooperativas e assim entender as normas que são impostas para a execução do trabalho e como é possível alcançar melhores rendimentos para sua satisfação pessoal.

A operacionalização dos resíduos deve permitir o acesso as negociações e obtenção de melhores vantagens para a realização da atividade comercial, com a implantação de métodos e formas de transformação para os resíduos recicláveis, com produtos coletados de qualidade e de valor econômico satisfatórios, podendo inclusive serem realizados no próprio Município.

Políticas que beneficiem e facilitem a entrada de empresas de reciclagem na cidade ou, provisoriamente, um serviço de transporte para grandes centros que tenha menor custo ao cooperado e as empresas de menor porte, são de grande valia para este processo. Promovendo incentivos fiscais, por exemplo, com impostos mais acessíveis as empresas que realizam o transporte do material reciclável para outro Estado, tendo em vista que o Município não realiza a transformação da matéria prima para a reciclagem.

O Município por meio de seus representantes e empresas que trabalham com o

nicho da coleta seletiva devem conjuntamente estabelecer estratégias para garantir que o catador que realizava o trabalho de separação de resíduos no Lixão, realize o trabalho de separação na UTR ou por meio de cooperativas que estão localizadas fora na usina.

Deve-se promover a interação das cooperativas e das empresas privadas e não o monopólio, permitindo vários trabalhadores e empreendedores atuando no mercado de recicláveis em conjunto e permitindo a comercialização de todos os tipos de materiais.

Tanto a pessoa física, quanto a pessoa jurídica deve ter consciência do resíduo que produz e deve promover a destinação ambiental mais adequada, responsabilizando-se financeiramente pelos prejuízos causados e pelos crimes que cometer contra o meio ambiente. Não é possível atribuir a responsabilidade somente às autoridades públicas, o cidadão deve olhar para si e também cobrar do próximo por ações impróprias ao convívio social e ambiental. Deve-se entender que a sociedade também é responsável por este processo e que somente o incentivo do governo não mudará a realidade atual dos resíduos sólidos.

A informação não pode ser restrita, e os cidadãos devem ter a exata noção das doenças e problemas ambientais que podem ocorrer se a coleta de resíduos sólidos não for executada e se não ocorrer à destinação final apropriada para os materiais.

Considera-se importante, ainda, acompanhar as ações públicas e cobrar soluções para diagnosticar problemas, com a implantação de leis e normas específicas e identificando o uso adequado do dinheiro público. Os aspectos sociais, econômicos e ambientais devem caminhar juntos a fim de permitir a qualidade de vida para as atuais e futuras gerações.

REFERÊNCIAS

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. ABRELPE: 2014.

BECK, U. **Risk society**. London: Sage Publications, 1994. 95p.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº. 12.305 de 02 de agosto de 2010**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 18 abr. 2015.

CATAPRETA, C. A. A. **Comportamento de um aterro sanitário experimental: avaliação da influência do projeto, construção e operação**. Tese Apresentada no Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal De Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção de Título de Doutor em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Escola De Engenharia UFMG, Belo Horizonte, 2008.

FERREIRA, L. **Idéias para uma sociologia da questão ambiental no Brasil**. São Paulo: Annablume, 2006. 150p.

GUIVANT, J. A trajetória das análises de risco: da periferia ao centro da Teoria Social. **Revista**

Brasileira de Informação Bibliográfica em Ciências Sociais. Rio de Janeiro, n. 46, p. 3-38, 1998.

SOLURB. CG SOLURB Soluções Ambientais SPE LTDA. **Concessionária responsável pela gestão da Limpeza Urbana e o Manejo de Resíduos Sólidos do Município de Campo Grande.** Disponível em <<http://www.solurb.eco.br/servicos/>>. Acesso em: 19 jun. 2015.

SOUSA, C. O. M. **A Política Nacional dos Resíduos Sólidos: avanços e desafios.** Monografia (Pós-Graduação Lato Sensu) - Faculdade de Direito da Fundação Armando Álvares Penteado. São Paulo, 100p. 2012.

HORTO DIDÁTICO: PLANTAS MEDICINAIS E AROMÁTICAS NA PRODUÇÃO DE REPELENTE NO AMBIENTE ESCOLAR

Data de aceite: 21/11/2019

Francisco Xavier da Silva de Souza

Mestre, Colégio Estadual Zilah Batista,
xaviersilva1961@hotmail.com.

Márcio do Rosário do Carmo

Mestre, Instituto de Pesquisa Clima Urbano,
rosariomarcio_10@gmail.com.

Luiz Everson da Silva

Doutor, Universidade Federal do Paraná, luiz_
everson@yahoo.de.

Andressa Amaral Bach

Técnica de Laboratório, Universidade Federal do
Paraná, andressabach49@gmail.com.

Flavia de Freitas Pereira

Especialista, Colégio Estadual Zilah Batista,
flaviapereirabio@gmail.com.

Evany Evelyn Lenz Lopes

Especialista, Colégio Estadual Zilah Batista,
evanydeww@hotmail.com.

Márcio do Rosário do Carmo

Mestre, Instituto de Pesquisa Clima Urbano,
rosariomarcio_10@gmail.com.

Vinicius Bispo Pereira

Aluno Colégio Estadual Zilah Batista;
viniciusbispopereira298@gmail.com

Gustavo Felipe dos Santos Peres

Aluno Colégio Estadual Zilah Batista;
Gustavofelipe.dsp@gmail.com

Henrique Rosário da Silva

Aluno Colégio Estadual Zilah Batista;
pngzilahbatista@gmail.com

Rhayra Pontes Verissimo Duarte

Aluna Colégio Estadual Zilah Batista;
pngzilahbatista@gmail.com

RESUMO: Neste artigo buscou-se refletir como a educação básica se constitui em um espaço educador sustentável. A idéia está ancorada na possibilidade que a flora medicinal, presente no dia a dia da sociedade, se constitui com ferramenta de educação e sensibilização ambiental. Assim, o objetivo deste trabalho foi promover atividades de educação, resgate do saber popular e sensibilização ambiental no ambiente escolar, utilizando as plantas medicinais e aromáticas como tema transversal. O projeto foi desenvolvido em uma escola da rede pública estadual, com a participação de professores e estudantes do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Territorial Sustentável, estudantes do Curso de Licenciatura em Ciências da UFPR – Setor Litoral e Empresas Privadas. Para este trabalho fez-se uma adaptação parcial da metodologia utilizada na Oficina “O solo, a água e o clima”, elaborada pela SEED/PR, no ano de 2017, que teve como objetivo abordar, de forma interdisciplinar, os conteúdos desenvolvidos nas disciplinas de Geografia, Ciências e

História, entre outras. Nesta perspectiva foi possível integrar os temas: precipitação pluviométrica no município de Paranaguá/PR, os casos de dengue relatados recentemente na região, o plantio e cultivo da citronela, extração de óleo essencial, produção de repelente, distribuição do repelente, tudo isso se estruturando como prática dialógica em um processo educativo. Conclui-se que ações interdisciplinares e parcerias entre instituições de ensino superior, empresas e escola pública, fortalecem a ciência, tecnologia e a sociedade na consolidação de um país que tem na educação seu maior patrimônio. É possível inferir que a ação conjunta entre os pares permitiu tornar a escola um espaço de construção do conhecimento.

PALAVRAS-CHAVE: Interdisciplinaridade. Escola. Sensibilização Ambiental. Planta medicinal. Educação. CTS.

1 | INTRODUÇÃO

As instituições de ensino têm como um de seus objetivos, a formação humana, também tem papel fundamental em proporcionar aos seus sujeitos a compreensão da realidade. É um espaço privilegiado na construção do conhecimento e desempenha importantes funções sociais, dentre elas a de apresentar alternativas às questões ambientais. Numa perspectiva territorial, está inserida em um contexto geográfico e precisa estar atenta às demandas que surgem a partir da relação humana entre si e com o ambiente natural.

Os desafios colocados para a consolidação de sociedades sustentáveis passam pela reavaliação do papel que a educação assume na formação de agentes promotores de novos paradigmas de relacionamento e convivência social, bem como a transformação do ambiente escolar em escola sustentável.¹

A política para escolas sustentáveis está diretamente relacionada ao conceito de sustentabilidade. Este conceito vem sendo formulado no decorrer das últimas quatro décadas, a partir de eventos e movimentos sociais realizados para discutir questões relacionadas aos problemas ambientais e a preservação dos recursos naturais (GROHE, 2014).

No Brasil, durante a Cúpula da Terra ou ECO 92, os movimentos sociais e ONGs, preocupados com os problemas sociais e ambientais do planeta Terra, reuniram-se para refletir sobre os documentos existentes e propor novas políticas que se afastassem das voltadas para o desenvolvimento econômico.

Foi criado o Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global. Na introdução deste Tratado é reconhecido “o papel central

¹ Escolas Sustentáveis: são aquelas que mantêm relação equilibrada com o meio ambiente e compensam seus impactos com o desenvolvimento de tecnologias apropriadas, de modo a garantir qualidade de vida às presentes e futuras gerações. Esses espaços têm a intencionalidade de educar pelo exemplo e irradiar sua influência para as comunidades nas quais se situam. A transição para a sustentabilidade nas escolas é promovida a partir de três dimensões inter-relacionadas: espaço físico, gestão e currículo. (BRASIL, 2013a, p. 2).

da educação na formação de valores e na ação social” e é firmado um compromisso “com o processo educativo transformador através de envolvimento pessoal, das comunidades e nações para criar sociedades sustentáveis e equitativas.” (GROHE, 2014).

No Estado do Paraná a Lei nº. 17.505/2013, em seu Art. 16, contempla a contribuição da Educação Ambiental “para a formação de escolas sustentáveis na gestão, no currículo e nas instalações físicas e estruturais, tendo a Agenda 21 Escolar como um dos instrumentos de implementação a ser inserida no Projeto Político Pedagógico (PPP) dos estabelecimentos de ensino” (PARANÁ, 2013a).

A Resolução nº. 18/2013 visa “apoiar as escolas públicas em sua transição para se tornarem espaços educadores sustentáveis, fomentando ações que abranjam as dimensões de gestão, currículo e espaço físico” (BRASIL, 2013).

Brandão (2005) define espaços educadores sustentáveis como aqueles capazes de demonstrar alternativas viáveis para a sustentabilidade, estimulando as pessoas a realizarem ações conjuntas em prol da coletividade, visando à preservação ambiental, bem como a reconhecer a necessidade de se educarem para essa prática.

No entanto, a preservação de nosso patrimônio biológico não depende somente das leis, mas essencialmente da atuação do cidadão e do pleno exercício de sua cidadania. Para que esse exercício seja eficaz, a educação ambiental torna-se fundamental, levando o indivíduo à conscientização da importância da preservação do ambiente para a visão crítica frente às suas próprias atitudes e, finalmente, seu dever e direito de cidadão. Neste viés, a escola pode ser o lugar da reflexão sobre o que é biodiversidade e recursos naturais bem como sua gestão numa perspectiva de conservação. Por outro lado, conhecer o potencial de algumas espécies e seu uso sustentável é o caminho para a preservação.

Assim, nosso projeto é promover ações na educação básica que fortaleçam a escola como um espaço educador sustentável. Para isso nos valeremos do conhecimento de algumas espécies aromáticas e medicinais. Apoiar-nos-emos neste tema para discutir, com a comunidade estudantil, o uso e conservação de uma espécie aromática, bem como a implantação de um horto escolar de plantas com bioatividade. O espaço servirá como fonte segura de multiplicação das plantas através de mudas e para a execução de atividades como feira de ciências e oficinas práticas referentes às plantas medicinais e à saúde. Estas práticas serão importantes ferramentas de divulgação do trabalho de resgate do saber popular e integração com o conhecimento científico.

O projeto está sendo desenvolvido no Colégio Estadual Zilah dos Santos Batista, localizado no município de Paranaguá, em parceria com a UFPR – Setor Litoral, com a participação de professores e estudantes do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Territorial, estudantes do curso de licenciatura em ciências e

empresas privadas.

2 | DESENVOLVIMENTO

2.1 Referencial Teórico

Em todas as culturas encontramos essa relação Homem x Natureza, ora numa convivência pacífica, ora buscando na natureza os meios de defesa para as dificuldades. Hoje, é notória a presença de grandes laboratórios que aplicam altos recursos financeiros e desenvolvem pesquisas para aperfeiçoar e intensificar o uso de plantas na solução de problemas que afligem o ser humano. (VALERIO, 2009).

O conhecimento do poder de plantas aromáticas é milenar. A maioria das civilizações antigas utilizava diversas partes das plantas com finalidades religiosas, medicinais e cosméticas, embora somente nos últimos anos tenha surgido um interesse maior, através, principalmente, de farmácias de manipulação, e que hoje se estende às indústrias alimentícia, farmacológica, orgânica fina e biotecnológica (SERAFINI et al., 2002).

Os conhecimentos da medicina antiga têm sido enriquecidos pela medicina atual e o uso dos óleos essenciais tem sido difundido e aplicado em larga escala. Pode-se definir Aromaterapia como “a ciência que estuda os óleos essenciais e sua aplicação terapêutica” (TESKE; TRENTINI, 1997, p. III). O emprego dos óleos essenciais ficou popular entre os gregos que cultivavam a arte de utilizar os óleos perfumados e acreditavam atrair a atenção dos deuses ao usá-los (ASHCAR, 2007).

Sejam em folhas, frutos, sementes ou raízes, são muitas as espécies de plantas que têm líquidos de aparência oleosa, armazenadas em seus tecidos, sendo estes de composição complexa. Substâncias estas que se apresentam muito voláteis, exalando geralmente um aroma agradável e intenso (PINHEIRO, 2003). Todavia existem os de aroma desagradável e ainda os inodoros (SERAFINI et al., 2002). Devido às características aromáticas e de volatilidade, utilizam-se diversas denominações para essas substâncias tais como óleos voláteis, óleos etéreos, essências, e principalmente óleos essenciais (PINHEIRO, 2003).

Os óleos essenciais são compostos aromáticos, geralmente voláteis, substâncias naturais - no que diferem de óleo perfumado que pode conter sintéticos em sua composição - presente nas flores, folhas, cascas, raízes, frutos e sementes das plantas, que na maioria das vezes apresentam aroma forte e agradável, sendo também chamados de essências (SIMÕES; SPITZER, 1999). São extraídos das plantas por processos específicos, sendo mais freqüente a destilação por arraste de vapor de água, e utilizando a planta fresca

No entanto, é de grande relevância estudar as plantas aromáticas para a

produção de repelente, tendo em vista que nas últimas décadas de acordo a Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que desde 2000, mais de milhão de pessoas em todo o planeta tenham sido infectadas com o vírus responsável por transmitir à dengue. A metade dessas vítimas desenvolveu a forma letal. (VALERIO, 2009).

A dengue é uma doença febril aguda causada por um vírus de evolução benigna, na maioria dos casos, e seu principal vetor é o mosquito *Aedes aegypti*, que se desenvolve em regiões tropicais e subtropicais. (BRASIL, 2006).

O mosquito de origem africana chegou ao Brasil com os navios negreiros, depois da viagem dos ovos nos depósitos de água das embarcações. O primeiro caso de dengue foi registrado em Recife (PE) em 1685. Em 1692 foi registrada uma epidemia de dengue em Salvador (BA) provocando mais de duas mil mortes (BENSEÑOR, 2007).

O mosquito *Aedes aegypti* tornou-se popular no Brasil quando um surto de dengue atingiu São Paulo, Rio de Janeiro e Salvador. (VALERIO, 2009).

Com a organização atual do espaço dos grandes centros urbanos e a situação da população dos mosquitos no país não é mais possível falar em erradicação do mosquito *Aedes aegypti*. O que o Ministério da Saúde recomenda é o controle permanente da densidade vetorial e a eliminação definitiva dos criadouros (HINO, et al. 2007).

No Estado do Paraná a dengue tornou-se, a partir de 1995, um problema de saúde pública, o que exige providências na criação e aplicação de políticas públicas por parte do Estado na tentativa de controlar sua incidência que ocorre, principalmente no período de novembro a maio. (VALERIO, 2009).

Há muito tempo, os caboclos utilizavam os óleos de Citronela e Copaíba para afastar qualquer tipo de mosquito e inseto dos locais onde viviam. Hoje, com o avanço da tecnologia, obtemos estes óleos concentrados, chamados óleos essenciais, retirados das mesmas plantas e com uma eficácia ainda maior (MALUF, 2006).

Estudos recentes destacam a citronela como meio natural e eficaz no combate aos mosquitos transmissores da dengue. A citronela apresenta em suas folhas um óleo essencial, rico em geraniol e citronelal. É uma planta aromática que ficou conhecida por fornecer matéria-prima para a fabricação de repelentes contra mosquitos, pois tem a propriedade de afugentar os insetos sem exterminá-los, poupando-nos de um desequilíbrio ambiental.

Diante do exposto, pensou-se na seguinte questão de pesquisa: É possível desenvolver um projeto interdisciplinar no ambiente escolar que possibilite o combate à dengue que seja ao mesmo tempo prático, econômico e natural?

Nossa idéia é embasada na utilização de plantas medicinais e aromáticas entre elas a citronela como recurso terapêutico na medicina popular brasileira.

Essas práticas podem contribuir significativamente para que se cumpra o previsto na Constituição Federal, art. 225, no que diz respeito à manutenção de um ambiente ecologicamente equilibrado e uma sadia qualidade de vida. (VALERIO & DAFINI, 2009).

A citronela é uma planta do gênero *Cymbopogon* que compreende muitas espécies aromáticas típicas de regiões tropicais e temperadas. Existem duas espécies de citronela conforme a região de procedência. Seus óleos essenciais são parecidos em aroma e possuem as mesmas indicações, ficando a diferença no teor de citronelal do óleo. Ambas originaram-se de uma espécie selvagem, a *Cymbopogon confertiflorus*. Uma é a citronela do Ceilão (*Cymbopogon nardus*) e a outra é a citronela de Java (*Cymbopogon winterianus*). A citronela de Java é a mais cultivada devido a sua maior concentração de óleo (LÁSZLÓ, s.d.).

A citronela (*Cymbopogon nardus*) e o capim-limão (*Cymbopogon citratus*) são plantas muito parecidas, o que torna freqüente a confusão entre elas. A maneira mais fácil de diferenciá-las é através do aroma, o capim-limão é mais suave e como o nome popular sugere, lembra o limão, enquanto o aroma da citronela é parecido com o aroma do eucalipto, planta muito utilizada em produtos de limpeza (*Eucalyptus globulus*).

A citronela é considerada um repelente natural e ecológico, pois espanta os insetos sem matá-los. É, portanto, uma maneira de afastar a doença sem prejudicar a natureza, uma vez que o *Aedes aegypti* faz parte do ecossistema e não pode ser erradicado sob a pena de se causar desequilíbrio ambiental (GIOPO; SILVA; BARRA, 2006).

Recomenda-se o uso da citronela porque não é tóxica e é rica em citronelal e geraniol, que deixam um cheiro que agrada os humanos e é insuportável para os insetos. É oportuno lembrar que “o citronelal pode causar irritação suficiente em um predador para fazê-lo desistir de um ataque”. (SIMÕES; SPITZER, 1999).

A utilização e plantio da citronela têm sido empregados em programas de várias prefeituras de cidades brasileiras, entre elas destaca-se Maringá que, através de uma parceria entre as secretarias de saúde e educação, desenvolveu oficinas com professores para aprimorar as técnicas de manejo com a planta. As prefeituras têm distribuído mudas de citronela para a população para incentivar o plantio e utilização da planta (VINHAL, 2008).

2.2 Metodologia

Para este trabalho fez-se uma adaptação parcial da metodologia utilizada na oficina “o solo, a água e o clima”, elaborada pela SEED no ano de 2017, visando desenvolver projetos interdisciplinares nas disciplinas de Geografia, Ciências e

História.

Inicialmente, efetuou-se uma pesquisa junto à Estação Meteorológica de Paranaguá para coleta de dados sobre as precipitações, temperaturas anuais no período de 2005-2018, tendo em vista, que a citronela é uma espécie nativa da Ásia, que está adaptada às regiões de clima tropical.

Posteriormente, fez-se um levantamento no banco de dados da 1ª. Regional de Saúde de Paranaguá a fim de obter informações acerca dos casos confirmados e notificados das doenças hidroveiculadas, principalmente da Dengue e Febre Amarela.

Para o estudo botânico, coletaram-se partes representativas da espécie *Cymbopogon citratus*, bem como se efetuou o registro fotográfico para identificação dos locais onde já existem hortas com as espécies cultivadas pela comunidade. Após a identificação, fez-se a coleta de mudas de citronela ao longo dos meses de novembro e dezembro/2016 e janeiro de 2017. As primeiras mudas foram coletadas no município de Guaraqueçaba/PR.

Para o cultivo da Citronela (*Cymbopogon citratus*), fez-se uma preparação prévia do solo no Colégio Zilah Batista com material proveniente da compostagem da matéria orgânica gerada na própria escola. Foram construídos canteiros, e o solo foi tratado com o adubo orgânico. Após o preparo foram selecionadas as mudas e teve início o plantio.

As atividades de extração de óleos essenciais foram realizadas no laboratório da Universidade Federal do Paraná - Setor Litoral em Matinhos. A extração do óleo essencial foi feita por Hidrodestilação em aparelho graduado tipo Clevenger por aproximadamente 2h para a espécie com o material fresco.

O processo consiste em acondicionar 50 ou 100g de folha em balão de 2l. Esse material é aquecido a 100°C. Quando a água atinge a fervura, a temperatura é reduzida para 75°C. Depois de alcançado o tempo de fervura, o óleo é retirado do Clavenger com uma pipeta, depositado em um frasco âmbar e armazenado em um refrigerador em a temperatura adequada.

As folhas foram selecionadas e cortadas em pedaços de aproximadamente 5 a 10 cm. Fez-se a pesagem de 300 gramas de folhas de citronela e adicionou-se a um balão de 2 litros, seguido de 1 litro de água destilada. O experimento foi efetuado em triplicata.

Para a produção do repelente foi feito o corte das folhas de citronela. Fez-se corte em pedaços de aproximadamente 10 cm. E utilizando uma balança de precisão foi feita a pesagem de 660 gramas de folhas para cada 1 litro de álcool 92%. Colocou-se o álcool e as folhas de citronela num frasco escuro com tampa em um ambiente escuro por 15 dias. E essa mistura foi agitada duas vezes por dia, de manhã e à noite, para que o álcool extraísse das folhas o óleo de citronela. Após o período

de 15 dias utilizou-se um filtro de papel para coar e retirar as impurezas. Após esse processo, adicionou-se óleo essencial de citronela, fixador e óleo de amêndoa, agitando ligeiramente em um liquidificador. Após esse processo armazenou-se em recipiente de vidro ou plásticos apropriados, estando o repelente pronto para ser utilizado.

Para a produção de sabonete de citronela utilizou-se 20 ml de óleo natural que foi extraído das folhas, 500g de base glicerizada, 20 ml de essência de citronela, 20 gotas de corante, 50 ml de extrato glicólico Peter-Paiva e álcool de cereais. Juntou-se tudo em um recipiente apropriado (vidro), levou-se ao fogo em banho Maria para derreter a base glicerizada. Após, um período de 30 minutos, juntou-se o restante dos ingredientes. Fez-se a mistura de forma homogênea agitando com um bastão de vidro e colocou-se nas formas por seis dias. Após esse período retirou-se das formas e colocou-se nas embalagens.

2.3 Resultados

2.3.1 Volumes de precipitações

Segundo Bigarella et al., (1978, p. 45), de acordo com a classificação de Köppen o clima de Paranaguá é do tipo Aft, ou seja, subtropical úmido mesotérmico, sem estação seca e isento de geadas. O mês mais rico em chuvas é fevereiro, com 304 milímetros; o mês mais pobre em chuva é julho, com 61.0 milímetros; 12 meses úmidos com precipitação anual de 1976 milímetros. Para compreender melhor a distribuição das precipitações, fez-se uma análise dos volumes de precipitações no período compreendido entre 2005-2018. Os dados foram fornecidos pelo 8º Distrito de Meteorologia – Porto Alegre.

No período de estudo observou-se que no município de Paranaguá/PR a ocorrência do período chuvoso é curta e regular e tem início no verão, com chuvas bem distribuídas, volumes de precipitações média de 800 mm que representam aproximadamente 40% das precipitações anuais. A **Figura 1** mostra que as precipitações são bem distribuídas, e ocorrem em todos os meses do ano.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abril	Mai	Junho	Julho	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
2005	278,6	168,4	349,3	157,5	138,5	83	108,2	112,4	348,9	145,6	176,9	164,9	2232,2
2006	151,8	276,5	324,3	83,6	28	29,1	75,3	55	213,6	132,9	356	257,3	1983,4
2007	312,5	224,1	142,8	164,4	182,4	13	96,5	37,9	113,4	175	194,8	271,1	1927,9
2008	562,8	414,4	288,6	180,5	112,8	116,8	17,9	143,5	167	347,9	368,4	178,9	2899,5
2009	309,3	297,2	361,6	78,6	43,5	86,2	259,2	71,5	285,6	136,2	196,3	240,4	2365,6
2010	429,2	402,8	394,5	411,1	100,4	138,7	181,9	69,6	114,8	205,5	210	345,8	3004,3
2011	331,6	314,1	510,7	237,4	67,3	114,3	143,2	152,4	60,5	150,9	138,4	251,1	2471,9
2012	229,3	248,9	66,6	201,1	156,4	230,8	149,5	15,4	61,5	139,9	101,7	327	1928,1
2013	170,3	275,1	249,1	37,7	84,8	252,5	136,9	32,8	168	89,6	138,9	156,9	1792,6
2014	216,5	240,5	253,4	189,7	75,9	110	64,4	81,9	146,9	60,15	143	241,7	1824

2015	340,3	507,9	334,9	165,8	184,8	95,2	109,8	32,4	176,4	181,2	270,3	328,5	2727,5
2016	268,9	604,3	145,4	130,8	184,9	118,3	85,8	132,3	99,1	222,4	140,3	156,9	2289,4
2017	518,2	248,4	415,1	112,4	167,3	96	23,9	82,5	118,6	243,6	82,7	326,4	2435,1
2018	429,3	239	277,6	203,5	135,9	77	11,3	22,7	26,5	181,8	93,8	132,7	1831,1
	4549	4461,6	4114			1561	1463,8	1042	2100,8	2413	2612	3380	31712,6
Média	324,9	318,6	293,9	2354	1663	111,5	104,55	74,42				241,4	2265
Média				168	118				150	172	186		

Figura 1 – Precipitações mensais do município de Paranaguá/PR no período de 2005 a 2018.

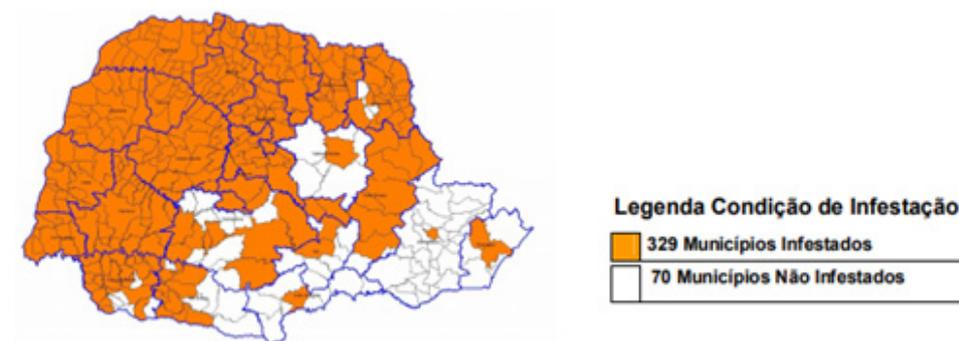
Fonte: Os autores, 2019.

Verificou-se que não ocorreu estiagem prolongada. Sendo assim, as condições climáticas são favoráveis ao cultivo da citronela, não sendo necessária a construção de viveiros ou coberturas para proteger a espécie de eventos atmosféricos extremos e volumes de precipitações acima da média.

2.3.2 Casos de Dengue

No município de Paranaguá/PR no período de 2007 a 2014, foram confirmados, através da Secretaria Municipal de Saúde (SEMSA), 14 casos de dengue. No entanto, no período de agosto de 2015 a abril de 2016 registrou-se 18.331 casos notificados de Dengue e foram confirmados 14.644 casos da Dengue. Diante deste quadro, alunos e professores do colégio Zilah Batista, desenvolveram atividades práticas, com objetivo de sensibilizar a comunidade escolar, bem como a população do entorno, sobre os agravos de doenças hidroveiculadas tais como: dengue, leptospirose, febre amarela, hepatites virais, hantavirose, diarreias agudas entre outras.

No ano de 2019, dados da Secretaria Estadual de Saúde do Paraná, informe técnico nº 44 do dia 30/07/2019, informa que, para o município de Paranaguá foram notificados 1.540 casos da dengue. Isso nos revela um índice de incidência de 22,17 por 100 mil habitantes. A figura nº. 2 mostra os municípios do estado do Paraná que estão em condições de infestados.



Fonte: SESA/SVS/Sala de Situação/ CEVA/DVDTV/Deliberação CIB 342 de 07/11/2018

As cidades paranaenses que se destacam, de forma negativa pelo grande

número de casos notificados são: Foz do Iguaçu, Ivaiporã, Telêmaco Borba, Toledo, Londrina, Maringá, Paranaguá, Curitiba, Medianeira, Cianorte, Loanda, Cambé, Sertanópolis, Uraí, Jacarezinho, Terra Roxa e Cascavel.

2.3.3 Plantio e cultivo da Citronela

A citronela é originária da Ásia, especificamente da Indonésia e Siri Lanka, mas hoje é largamente encontrada no Brasil. É um capim da família das gramíneas, apresenta folhas inteiras, estreitas e longas do tipo pinada que podem chegar até um metro e meio de altura. A planta se desenvolve bem em clima tropical e como a maioria das gramíneas não suporta geada.

De acordo com Cardoso, (2017), um estudo publicado pelo International Journal of Advanced Research (IJAR), apontam algumas evidências em relação aos efeitos benéficos da citronela para a saúde. Porém, ao longo do trabalho, os pesquisadores foram observando outros benefícios da planta. O que levou à confirmação de certas propriedades medicinais da citronela, que vão desde a ação antiinflamatória e antibacteriana até o controle da febre. As propriedades da citronela são: Antibacteriano, Antidepressivo, Antisséptico, Antiespasmódico, Antiinflamatório, Desodorante, Combate à febre, fungicida e Repelente de insetos.

O plantio ocorreu no Colégio Estadual Zilah Batista em Paranaguá/PR com mudas provenientes do município de Guaraqueçaba/PR, e foi feito no mês de dezembro/2016 e janeiro de 2017. No ano de 2018 contou-se com a participação da comunidade, tanto no plantio como no fornecimento das folhas. A Figura 3 letras A 1 e A 3 mostram o plantio da citronela com os alunos do sétimo ano, na Figura 3, letra A/2, tem-se o corte da folhas em uma residência próximo ao colégio e a Figura 3, letras A/4 e 5 observa-se uma amostra da roça de citronela após o plantio.



Figura A 1



Figura A 2



Figura A 3

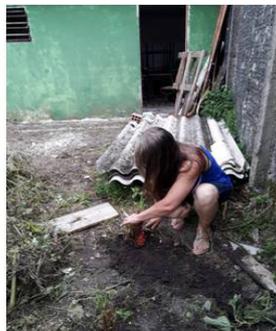


Figura A 4



Figura A 5

Figura 3 – Plantação de Citronela no Colégio Estadual Zilah Batista – Paranaguá/PR

Fonte: Os autores 2018.

Tendo em vista a necessidade de uma grande quantidade de folhas de citronela para, o processo de destilação e produção de óleo, buscou-se parcerias com a comunidade, bem como em outros colégios, para o plantio e cultivo da citronela e produção de repelente. Assim, fez-se contato com a comunidade do entorno do colégio Zilah, a qual aderirem ao projeto seis (6) moradores, que cultivam a planta em suas residências.

O projeto foi apresentado aos diretores das escolas e colégios da rede pública estadual de ensino do litoral do Paraná. Após a apresentação houve a adesão de quatro colégios. Assim atualmente participam do projeto os colégios da rede estadual de ensino: o Colégio Zilah dos Santos Batista, Colégio Cidália Rebello Gomes, Colégio Helena Viana Sundin e Centro de Educação de Jovens e Adulto – CEEBJA. A figura nº 4 mostra as residências e colégios que participam do projeto.

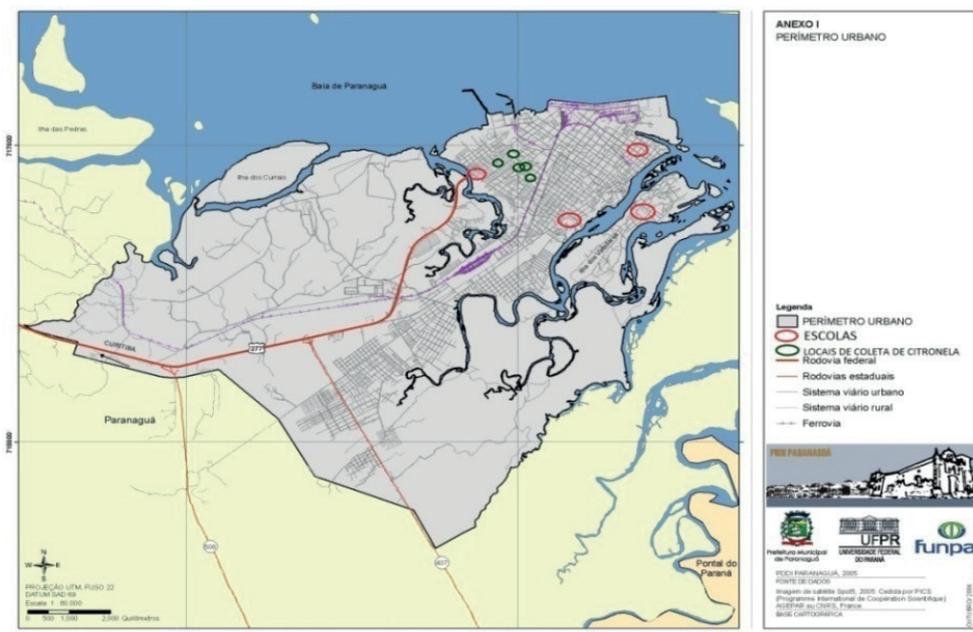


Figura 4 – Plantação de Citronela nos Colégios e residências – Paranaguá/PR
 Fonte: Os autores 2019.

2.3.4 A extração do óleo essencial

A extração do óleo essencial foi feita por Hidrodestilação em aparelho graduado tipo Clevenger. As folhas das espécies vegetais selecionadas oriundas da comunidade foram cortadas em pedaços de 5 a 10 cm e o óleo essencial foi obtido através da hidrodestilação. A Figura 5 mostra a extração de óleo de citronela no laboratório da Universidade Federal do Paraná, Campus Litoral. O óleo de citronela está sendo utilizado na produção de repelente de citronela e sabonete pelos alunos do sétimo ano do colégio Estadual Zilah Batista.



Figura 5 – Extração do óleo de citronela na UFPR Litoral – Matinho/PR

2.3.5 Produção de repelente de citronela

A Figura 6 mostra os alunos do Colégio Estadual Cidália Rebello Gomes preparando a citronela e produzindo o repelente. As folhas de citronela foram oriundas das comunidades e doadas por moradores dos bairros: Vila Rute,



Figura 6 – Alunos do 8º ano do Colégio Estadual Cidália – Ilha de Valadares/Paranaguá/PR

Fonte: Os autores 2018.

Jardim Santa Rosa, Vila Cruzeiro, Centro e Comunidade de São Miguel.

2.3.6 Produção de sabonete de citronela

Para a produção de sabonete de citronela foi desenvolvida como atividades práticas nas disciplinas de ciências, história e geografia. Utilizou-se o laboratório para essa prática, com o objetivo de compreender as diversas profissões, bem como os tipos de indústrias envolvidas na produção de essências aromáticas e perfumes. Sendo assim, identificou-se os tipos de indústrias, materiais e equipamentos e a comercialização no sistema global. Durante o período estudado identificou-se que na produção de sabonetes há um envolvimento direto do setor primário, responsável pelo plantio e cultivo da citronela em média escala, do setor secundário (indústria) para a transformação e a produção de óleo e sabonetes e outros produtos. Por fim o setor terciário responsável pela comercialização dos produtos. Diante dessas informações, teve início a produção do sabonete. A Figura 7 mostra os alunos do Colégio Zilah Batista preparando o sabonete de citronela.



Colégio Estadual Zilah

Dia 26 de setembro de 2018 Alunos do 7º F e G, professores e comunidades escolar produzindo sabonete e colocando os repelentes nas embalagens.

Figura 7 – Alunos do 7º ano do Colégio Zilah Batista/Paranaguá/PR

Fonte: Os autores 2018.

2.3.7 Distribuição de Repelente e Sabonetes

A distribuição ocorreu em eventos pontuais, tais como: Dia da Árvore realizado no Centro Poliesportivo José Vicente Elias, Feira de Ciências no Colégio Zilah Batista, Feira de Ciências promovida pelo LabMovel UFPR/Litoral, Curso de Serviço Social UFPR/Litoral, Corrida do Colono no município de Morretes, Cooperativa de Catadores Santa Maria e Cooperativa Nova Esperança, aos professores e funcionários dos Colégios Estaduais Zilah Batista, CEEBJA e Cidália Rebello Gomes, Reunião de diretores no Núcleo Regional de Educação, Semana Acadêmica de Meio Ambiente IFPR - Paranaguá, Grupo de Escoteiro Comandante Santa Rita, e comunidades Vila Santa Maria, Jardim Emboguaçu, Serraria do Rocha, Bairro 7 de Setembro Ilha dos Valadares e Semana do Meio Ambiente/2019 e outros.

No ano de 2018 foram distribuídos 2.200 frascos de repelentes e 450 unidades de sabonetes produzidos em parceria com colégios e empresas públicas e privadas, bem como com o apoio da comunidade.

2.3.7 Relato de um grupo de pessoas da comunidade que utilizou o repelente

M. O: Membro da Comunidade

Na minha casa tem bastante citronela, e a minha participação no projeto é fornecer as folhas para os alunos do colégio Zilah Batista, porque ajudei no plantio com as primeiras mudas no colégio, gostei muito e resolvi colaborar mais. Também ajudei os alunos na produção de sabonetes, recebi alguns frascos de repelente e sabonete, Gostei muito, do produto, pois é de ótima qualidade e funciona muito

bem, pois espanta os mosquito. Aqui em casa usamos com frequência. No momento continuo participando tanto na produção quanto na distribuição.

“E.J: Usamos o repelente que recebemos de forma gratuita, pelos alunos do colégio Zilah Batista, venho por meio deste, relatar a eficiência contra vario tipos de insetos, tendo em vista que, o repelente foi utilizado em uma região onde possui vários tipos de mosquitos, tendo em vista ser uma área de acampamento do tipo resort no município de Morreste, e também utilizamos em Alexandra Paranaguá nas proximidades do KM 19.

Eficácia do repelente de citronela depoimento de D.O - Clube Escoteiro Comandante Santa Rita.

Dentro da proposta trabalhada no projeto, resta-se saber a eficiência dos repelentes desenvolvidos em parceria com os alunos. Sugere-se então, trabalhar com amostragens em diferentes situações, com grupos variados que desenvolvem atividades ao ar livre. Entre adultos e crianças.

Um grupo testado foi um Grupo Escoteiro, pela realidade vivenciada por seus jovens e adultos em áreas rurais suscetíveis a insetos. Embora de uma forma aleatória o repelente foi utilizado pelos jovens e adultos em um acampamento em área rural do município de Paranaguá, chamado Morro Inglês. Aproximadamente 115 jovens e 35 adultos se utilizaram do repelente desenvolvido e foram entrevistados a partir do uso.

Das pessoas envolvidas na atividade e no uso do repelente, foram aproximadamente 150 pessoas, que se utilizaram do produto, com a frequência de, aproximadamente, 4 vezes durante todo o dia. A faixa etária variou entre 8 e 65 anos, sendo a faixa de maior número entre 13 e 45 anos.

De todas as pessoas abordadas, aproximadamente 75% tiveram uma resposta positiva ao uso do produto. Considerando-se que entre as pessoas que perceberam a eficácia do produto, a grande maioria foi composta de pessoas adultas.

Aluna: N.M UFPR Curso Serviço Social

Gostei bastante do repelente. Moro em casa com quintal e tem bastante maruim, o repelente afastou das picadas deste. Além disso, em Matinhos está havendo surto de dengue, minha vizinha e o dono da distribuidora na esquina próximo a minha casa, assim como a sua esposa pegaram a dengue na semana passada. Como usei o repelente em mim e nas visitas que estavam em casa fiquei mais tranqüila.

B.A UFPR – Curso Serviço Social

Eu estou encantada com o produto. Além de realmente repelir os pernilongos, o cheiro é agradável, o que era a minha principal dificuldade com os repelentes industriais. Por ser natural, deixa a pele fresca, não irrita. Estou muito contente com o produto.

A.T UFPR – Curso de Serviço Social

A experiência com o uso do repelente foi de grande valia, pois, no final do ano minha casa enche de familiares, e tem muito pernilongo nesta época. Com o uso do repelente, até nas crianças foi ótimo. O cheiro da citronela é agradável até mesmo para passar pano no chão, fica muito gostosa a casa.

M. P. A UFPR – Curso de Serviço Social

Ao receber a amostra do repelente, pode-se notar a preocupação que houve no que diz respeito ao layout: embalagem que especifica a composição, contra indicações e prazo de validade e na embalagem: spray de fácil aplicação, formato compacto, bom para carregar na bolsa. Os cheiros são agradáveis, nota-se que são produtos naturais, cravo e citronela. Quem mora no litoral, sabe a necessidade constante de aplicação de repelentes de insetos, então traz uma nova opção aos repelentes de farmácias, geralmente caros.

*O projeto também se mostra importante no que tange a inserção da comunidade no envolvimento da produção, tendo em vista que o repelente foi feito por alunos de uma escola e teve parcerias públicas e privadas. Em tempos de surto de dengue e de proliferação e mutação do mosquito *Aedes aegypti*, a proteção é um fator primordial e deve ser constante.*

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo destacou a escola como um espaço de construção do conhecimento e intervenção social. Por meio da tríade Ciência, Tecnologia e Sociedade foi possível o desenvolvimento do repelente de citronela por alunos do ensino fundamental e médio de duas escolas públicas estaduais do município de Paranaguá. Tendo como ponto de partida uma situação problema que foi a epidemia de Dengue no município.

A escola, enquanto um espaço educador, a universidade, empresas e municípios juntos conseguiram desenvolver esse projeto permeado de significados no campo da educação. Sabe-se que essa busca conjunta por soluções que melhorem a vida da comunidade é hoje um campo vasto de atuação da universidade. O tripé formado pela parceria com a educação básica e a sociedade civil (empresas e municípios) permitiu a construção de uma rede em torno do ato de fazer ciência na escola e gerou impactos na sociedade.

A pesquisa demonstra que situações problemas, como a epidemia de dengue, podem ser gatilhos para consolidação de práticas educacionais de importância social. Além disso, propiciam o compromisso da integração dos saberes aliados à inovação tecnológica numa tentativa de intervenção na realidade ambiental das comunidades.

REFERÊNCIAS

CAROSO, A. P. CITRONELA: conheça os inúmeros benefícios da planta para a saúde. *Revista da Mulher*. Ana Paula Cardoso 02/04/2017. <http://arevistadamulher.com.br/viver-bem/content/2446829-citronela-conheca-os-inumeros-beneficios-da-planta-para-a-saude>

ASHCAR, R. **A história do perfume da antiguidade até 1900.** Revista eletrônica de jornalismo científico, n.91,10 set.2007. Disponível em:

BARCELOS, V. Q. **Os parques como espaço livres públicos de lazer. O caso de Brasília.** 1999, 214 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade de São Paulo.

BAGANHA, D. E; VIEIRA, E. do R; MORTELLA, R. D; ROSA, M. A. **Educação ambiental rumo à escola sustentável.** 104 p. (Caderno Temático). ISBN: 978-85-7968-090-8. Curitiba: SEED: UTP, 2018.

BENSEÑOR, I. How Stuff Works - **Como funciona a dengue.** Publicado em 09 maio 2007 (atualizado em 09 maio 2008)

BIGARELLA, J.J. et al., **A serra do mar e a porção oriental do estado do Paraná.** Curitiba: Associação de Defesa e Educação Ambiental, 1978, 248p.

BONONI, V.R.L. **Controle ambiental de áreas verdes.** USP, São Paulo Editores, Junior ,A.P, Romério M.A, Bruna ,G.C, Barueri – SP 2004

BRANDÃO, C. R. (2005). **Aqui é onde moro, aqui nós vivemos: escritos para conhecer, pensar e praticar o Município Educador Sustentável.** 2.ed. Brasília: MMA, Programa Nacional de Educação Ambiental.

BRASIL, Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Guia de vigilância Epidemiológica.** 6 ed. Série A. Normas e Manuais Técnicos. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

BRASIL, Resolução nº 18/2013. (2013). **Dispõe sobre a destinação de recursos financeiros nos moldes operacionais e regulamentares do programa Dinheiro Direto na Escola (PDDE) – MEC/ FNDE/CD.** Brasília, DF: Ministério da Educação

CARVALHO, L. M de. **Áreas verdes da cidade de Lavras/MG: caracterização, usos e necessidades.** 2001. 115 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras. Lavras.

COSTA, A. D. L. **Análise bioclimática e investigação do conforto térmico em ambientes externos: uma experiência no bairro de Petrópolis em Natal/RN.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Natal, RN, 2003 179 p.

Estação Meteorológica de Paranaguá – Vinculada ao 8º Distrito de Meteorologia Porto Alegre

GIOPPO, C.; SILVA, R.V.; BARRA, V.M.M. **A avaliação em ciências naturais no ensino fundamental.** Curitiba: Ed. UFPR, 2006.

GROHE, S. L. S. (2014). **Escolas Sustentáveis como Proposta de Política Pública no Brasil.** X ANPED SUL, Florianópolis, outubro de 2014.

LÁSZLÓ, F. Capins na Aromaterapia.(s.d.)

LIMA, A. M. L. P. ET AL. **Problemas de utilização na conceituação de termos como espaços livres, áreas verdes e correlatos.** In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO

URBANA. 2., 1994, São Luis. Anais. São Luiz: [s.n], p. 539-550.

MALUF, S. Óleos essenciais repelindo insetos e atuando no combate à dengue de maneira natural.

PARANÁ, (2013). Lei nº 17.505. **Política Estadual de Educação Ambiental. Diário Oficial do Paraná**, nº 8875, Curitiba,PR, 11 de janeiro de 2013a.

PINHEIRO, A. L. Produção de óleos Essenciais, Viçosa: CPT, 2003.

SERAFINI, L.A.; SANTOS, A.C.A.; TOUGUINHA, L.A.; AGOSTINI, G.; DALFOVO, V. 2002. **Extrações e aplicações de óleos essenciais de plantas aromáticas e medicinais**. Caxias do Sul: EDUCS.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTEZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**, 5ª ed., Porto Alegre – Florianópolis. Editora da UFRGS/ Editora da UFSC, 2003.

SIMÕES, C. M.O.; SPITZER, V. Óleos voláteis. In: SIMÕES, C. M.O. (Org.) [et al.]. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Porto Alegre: Ed. Universidade/ UFRGS. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1999.

TESKE, M.; TRENTINI, A. M. M. **Herbarium compêndio de fitoterapia**. 3.ed. Curitiba: Herbarium Laboratório Botânico, 1997

VALERIO, A., DEFANI, M. A. **Citronela uma planta no combate à dengue**. Professora de Ciências Físicas e Biológicas, Colégio Estadual José Luiz Gori, Mandaguari – PR., e-mail bete_valerio@hotmail.com; ** Docente do Departamento de Ciências, Universidade Estadual de Maringá, Maringá – PR. 2009

VINHAL, M. Citronela – **planta que combate o mosquito da dengue**. Revista Vigor – Movimento e Saúde.

EDUCAÇÃO AMBIENTAL: PERCEPÇÃO DOCENTE DO CONHECIMENTO SOBRE A NATUREZA

Data de aceite: 21/11/2019

Rosimeire Vieira Oliveira

FAMAM – Faculdade Maria Milza
Governador Mangabeira-BA

Noelma Miranda de Brito

FAMAM – Faculdade Maria Milza
Governador Mangabeira-BA

Josemare Pereira dos Santos Pinheiro

FAMAM – Faculdade Maria Milza
Governador Mangabeira-BA

RESUMO: Nos últimos séculos a intensa exploração dos recursos naturais provocou a degradação do ambiente, escassez dos recursos e a consequente perda da biodiversidade. Frente a este cenário é promulgada em 1988 a Constituição Federal Brasileira que define a obrigatoriedade da Educação Ambiental a todos os níveis de ensino. Desta forma, este artigo tem como objetivo analisar o grau de conexão que professores demonstram ter em sua relação para com a natureza e como essa relação influencia nas estratégias didáticas em sala de aula. Participaram desta pesquisa 25 professores da zona urbana e 7 professores da zona rural, das diversas disciplinas, todos do Ensino Fundamental anos finais. Os instrumentos utilizados para ambos os grupos foram: a) análise documental; b) questionário

com os professores; c) aplicação da Escala de INS (adaptação de Schultz, 2002) para percepção do grau da conectividade dos professores com a natureza. Os dados obtidos, foram tabulados, analisados e interpretados, em uma planilha do Excel, programa da Microsoft Excel, e submetidos a análise estatística pelo método de Mann Whitney. Os resultados obtidos após aplicação da escala INS e submetidos ao teste de Mann Whitney indicam que não houve diferenças significativas quanto ao grau de conectividade entre os dois grupos de professores em relação à natureza. Tais resultados podem ser atribuídos ao fato da proximidade territorial de ambas as zonas não oferecendo grandes diferenças socioeconômicas, políticas e culturais

PALAVRAS-CHAVE: Interação com o ambiente. Percepções ambientais. Prática docente. Ensino Fundamental Anos Finais. Grau de conectividade.

ENVIRONMENTAL EDUCATION: TEACHING PERCEPTION OF KNOWLEDGE ABOUT NATURE

ABSTRACT: In recent centuries the intense exploitation of natural resources has led to the degradation of the environment, scarcity of resources and the consequent loss of biodiversity. In view of this scenario, the Brazilian

Federal Constitution was enacted in 1988, which defines the compulsory nature of Environmental Education at all levels of education. In this way, this article aims to analyze the degree of connection that teachers demonstrate in their relation to nature and how this relation influences classroom didactic strategies. Twenty-five teachers from the urban area and seven teachers from the rural area, from the various disciplines, all from Elementary School to final years, participated in this study. The instruments used for both groups were: a) documentary analysis; b) questionnaire with teachers; c) application of the INS Scale (Schultz's adaptation, 2002) to perceive the degree of teachers' connectivity with nature. The data were tabulated, analyzed and interpreted in an Excel spreadsheet, Microsoft Excel program, and submitted to statistical analysis by the Mann Whitney method. The results obtained after applying the INS scale and submitted to the Mann Whitney test indicate that there were no significant differences in the degree of connectivity between the two groups of teachers in relation to nature. Such results can be attributed to the fact that the territorial proximity of both zones does not offer great socioeconomic, political and cultural differences.

KEYWORDS: Interaction with the environment. Environmental perceptions. Teaching practice. Elementary School Final Years. Degree of connectivity.

1 | INTRODUÇÃO

O desenvolvimento científico e tecnológico ocorrido nas últimas décadas aliado ao pensamento errôneo de que o progresso e o modelo econômico capitalista de desenvolvimento estão atrelado ao consumismo (com um aumento exorbitante da exploração dos recursos naturais) aliada à ideia equivocada de que nunca se acabariam (COSTA; IGNÁCIO, 2016), provocou a escassez desses recursos, a degradação do meio ambiente, a perda da biodiversidade e o desaparecimento de inúmeras espécies animais e vegetais. Fato que tornou evidente a necessidade de um (re)pensar sobre os atuais padrões de consumo (LOUREIRO, 2012) e possibilitou a percepção mais ampla da dimensão dos problemas ambientais e a preocupação com o destino do nosso planeta (DIAS, 2010).

Frente a tal realidade, a escola é contemplada com a inclusão da Educação Ambiental em seus currículos em todos os níveis e modalidades de ensino (BRASIL, 1988). Neste sentido, os educadores assumem o compromisso de educar social e ambientalmente estes sujeitos, capazes de gerenciar um ambiente mais saudável e equilibrado, capacitados a participar “ativamente na discussão e na resolução de problemas ambientais com os quais venham a ser confrontados” (CORREIA, 2014, p.16).

Para formar alunos mais críticos e proativos, a escola deverá lançar mão de toda ferramenta que lhe possibilite facilitar o acesso ao saber de forma prática e vivenciada. Isso implica educar para formar o aluno dentro de um pensamento

crítico, criativo e prospectivo, para que ele seja capaz de “analisar as complexas relações entre processos naturais e sociais, para atuar no ambiente com uma perspectiva global, mas diferenciada pelas diversas condições naturais e culturais que o definem” (LEFF, 2011, p. 256). Portanto, a formação dos profissionais que atuam em educação deverá ser contínua, interdisciplinar e transversal.

Entre as décadas de 1970 e 2000, 35% da biodiversidade do planeta foi extinta sem contudo significar melhoria e desenvolvimento para a maior parte da população mundial. Os “confortos materiais advindos do modo de produção e o padrão de consumo [...] gerou uma demanda dos recursos naturais em 25% acima da capacidade de suporte do planeta” (LOUREIRO, 2012, p. 20).

Desta forma, diversos encontros foram planejados em escala mundial visando ações educativas que proporcionassem um ambiente mais favorável e equilibrado. Instituições como a Organização das Nações Unidas (ONU), Greenpeace, WWF-BRASIL (World Wide Fund For Nature ou Fundo Mundial para a Natureza) Tem promovidos ações na tentativa de conscientizar e mitigar ações de conservação e preservação da biodiversidade do planeta.

Alguns destes eventos merecem destaque como: Conferência sobre o Meio Ambiente Humano, organizado pela Assembleia das Nações Unidas, 1972, realizada em Estocolmo, Suécia; a Primeira Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental, importante marco na história da Educação Ambiental, realizada na cidade de Tbilisi, na Geórgia em 1977.

Em 1983, foi criada a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, que produziu mais tarde um documento denominado de ‘Nosso Futuro em Comum’, onde aparece pela primeira vez a expressão “desenvolvimento sustentável”.

Em 1992, a Conferência Mundial das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (UNCED/92), a “Eco-92”, no Rio de Janeiro.

Em 2002, a Cúpula Mundial de Desenvolvimento Sustentável discute a necessidade de se avaliar as metas fixadas em 1992.

No Brasil, como meio de promover a Educação Ambiental é promulgada a Lei da Política Nacional do Meio Ambiente (1981) que em seu Art. 2º, inciso X, define a obrigatoriedade da “educação ambiental a todos os níveis de ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente”.

Mais tarde, a Lei 12.056/11, institui a Política Estadual de Educação Ambiental, na Bahia, e define a Educação Ambiental como sendo um processo permanente e contínuo visando a sensibilização e a reflexão na formação de valores, conhecimentos, atitudes e hábitos que favoreçam uma relação mais sustentável entre a sociedade humana e a natureza.

Desta forma, a Educação Ambiental passa a figurar como parte indispensável e inerente à vida humana e com equidade de direitos para todos os indivíduos.

Vale ressaltar que atualmente a legislação brasileira está passando por uma reformulação face às novas demandas impostas à sociedade e ao atual agravamento da degradação ambiental exigindo um novo posicionamento frente a tais questões. Assim as leis aqui citadas poderão eventualmente sofrer alterações. A exemplo deste fato foi promulgada no dia 20 de dezembro de 2017, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Este documento define o “caráter orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades que a Educação básica deve desenvolver” (Brasil, 2017, p. 7).

A percepção que o indivíduo tem a cerca da natureza decorre da percepção individual e das experiências que vivemos em nossa relação com esta natureza. É o que vai definir um maior ou menor envolvimento com as questões ambientais e é o que vai definir a prática pedagógica dos professores em sala de aula.

Desta forma, este artigo tem como objetivo analisar o grau de conexão que professores demonstram ter em sua relação para com a natureza e como essa relação influencia nas estratégias didáticas em sala de aula.

2 | MÉTODOS DE PESQUISA

O estudo foi realizado em duas unidades escolares da rede municipal de Muritiba-BA, com 25 professores da zona urbana (Escola Polivalente de Muritiba) e 7 professores da zona rural (Escola Lindaura Marques Sampaio) dos Anos Finais do Ensino Fundamental. Caracterizou-se como um estudo de caso, de caráter descritivo. Para possibilitar uma compreensão maior de como ocorre a EA nestas duas realidades, e dos problemas enfrentados pelos educadores nestes ambientes, este estudo foi dividido em dois grupos distintos. Esta pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética e Postura e aprovada sob o número 1.743.097 e todos os envolvidos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TECLE).

Para a coleta de dados utilizou-se instrumentos distintos que possibilitassem uma compreensão maior dos dados: a) pesquisa bibliográfica com base em livros e artigos científicos sobre o assunto; b) preenchimento de questionários e c) aplicação da escala *Inclusion of Nature in Self* (INS) de Schultz (2002, p. 6), com o objetivo de proporcionar índices de avaliação sobre a integração do indivíduo com a natureza. Esta escala é uma análise qualitativa da inclusão dos professores com a natureza que agrega também o valor e os comportamentos que podem impactar o meio ambiente natural. Esta escala é constituída por um conjunto de sete pares de círculos, onde cada par de círculos representa a relação entre o indivíduo e a natureza, “Eu” e a “Natureza.” O interlocutor analisa o seu grau de interatividade com a natureza

através da escolha dos círculos. Os professores foram convidados a selecionar a imagem que melhor identificou sua relação com a natureza, conforme figura 2, da escala representada em seguida.

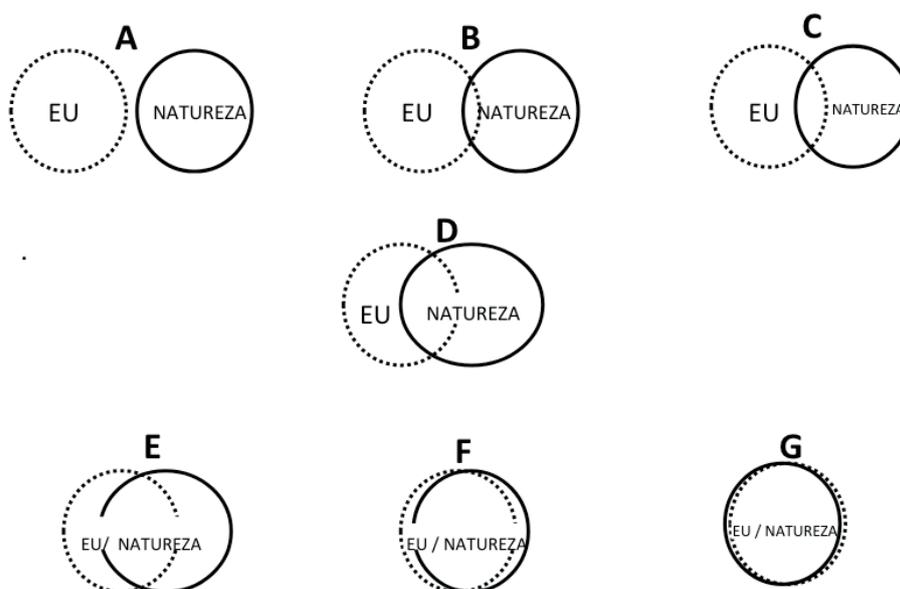


Figura 1 - Escala de Eu e a Natureza (INS), adaptada de Schultz (2002).

Fonte: Lieflander et. al., 2012.

Por se tratar de valores conceituais em escala ordenada, utilizou-se um teste estatístico não paramétrico adequado ao estudo, o teste de Mann Whitney. Trata-se de um teste aplicado para pesquisas com duas amostras independentes, como nesta pesquisa (professores da zona urbana e professores da zona rural).

Para identificação do grau de conexão existente entre os docentes e a natureza, utilizou-se a escala de Schultz (2002), adaptada pela autora.

Atribuição	Nível	Patamares de conexão
A	1	Não conectado
B	2	Pouco conectado
C	3	Minimamente conectado
D	4	Intermediário
E	5	Bem conectado
F	6	Otimamente conectado
G	7	Excelentemente conectado

Quadro 1 - Graduação da escala Schultz (2002), adaptada pela autora.

Fonte: Escala Schultz (2002), adaptação da autora, 2017.

A graduação desta escala foi proposta pela autora da pesquisa, onde os patamares de conexão ficaram assim distribuídos: A- não conectados- se relaciona ao sentimento de não pertencimento, distanciamento, não há uma relação de interdependência; B- pouco conectado- o indivíduo se sente parte, mas não há

integração; C- minimamente conectado é quando se sente parte, percebe-se integrado, mas não há uma relação de dependência mútua; D- considerado o patamar intermediário, o limiar; E- bem conectados, percebe-se parte integrante e percebe a interrelação entre os seres humanos e a natureza; F- otimamente conectados, o indivíduo tem uma relação positiva com a natureza, percebe-se integrante, compreende a relação de interdependência entre os seres; G-excelentemente conectado é o ponto mais alto da escala onde o ser humano sente-se totalmente integrado à natureza e percebe-se como parte dela.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na zona urbana, dos 45 professores da Escola Polivalente, 25 responderam e devolveram o questionário, o que corresponde a 55% da equipe. Dos respondentes, 28% são do sexo masculino e 72% do sexo feminino.

Na zona rural, a equipe da Escola Lindaura Marques Sampaio é composta de 11 professores, sendo 7 respondentes, o que corresponde a 63% da equipe. Dos respondentes, todos são do sexo feminino.

Os resultados encontrados em ambos os estudos reforçam os mesmos resultados encontrados por Wollmann, Soares e Ilha (2015) que demonstram uma predominância do sexo feminino como profissionais da área de educação. Resultado similar também foi encontrado por Almeida (2014). O que demonstra que para atividades ligadas ao sentimento de educar, orientar e planejar ações educativas há ainda (nas cidades interioranas) uma predominância feminina para o desempenho de tal profissão.

Nesta seção foram discutidas as percepções dos professores em relação aos alunos, no que diz respeito à relação destes com a natureza e com os espaços que ocupam na escola. Foi perguntado aos professores sobre a conservação que os alunos tinham em três espaços de maior circulação na escola (Figura 2).

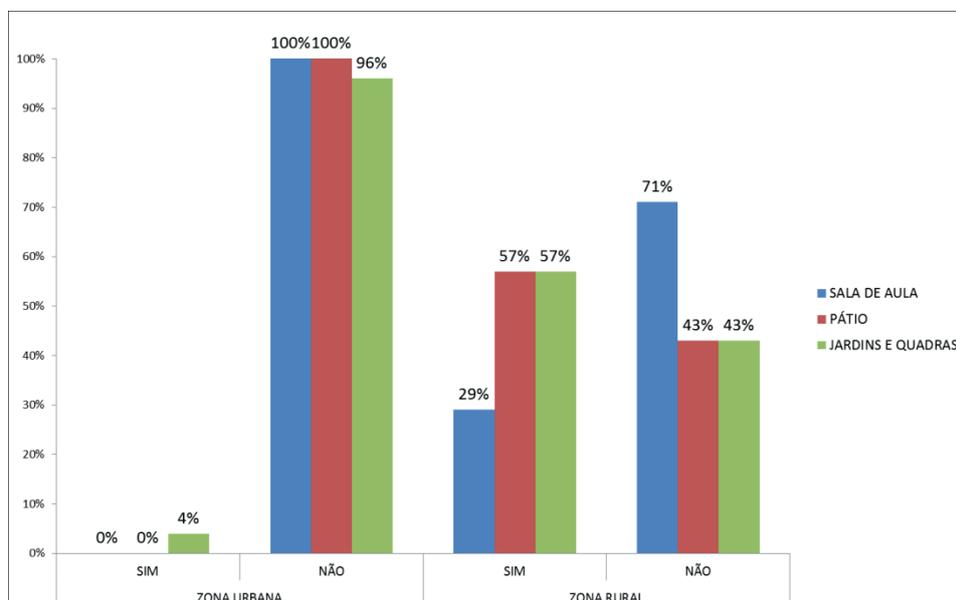


Figura 2 - Espaços utilizados pelos alunos no âmbito escolar e a percepção dos professores quanto à conservação destes espaços pelos alunos, Muritiba-BA, 2017.

Fonte: Pesquisa de Campo, 2016-2017

Na zona urbana, ficou assim distribuído: **sala de aula e pátio**: 100% dos professores responderam que os alunos não demonstravam atitudes de conservação; **jardins e quadras**: 4% dos professores disseram que havia atitudes de conservação neste ambiente e 96% disseram não haver. Segundo Dozena (2008, p. 114), deve haver uma reflexão e confrontos de ideais no espaço escolar que possam levar a “caminhos novos para a melhoria das condições de vida na escola, que deve se configurar como um local de formação de alunos construtores transformadores”. O comportamento destes alunos em relação à ocupação do espaço escolar pode ser uma mostra do comportamento demonstrado em outros espaços como residencial, espaços públicos etc. Deste modo, torna-se necessária a intervenção dos professores a fim de que os alunos realizem uma “reflexão crítica acerca da realidade em que vivem tornando-se pessoas propositivas e capazes de cooperar com a resolução dos problemas” (DOZENA, 2008, p. 114)

Em observação dos espaços mencionados, foi possível notar que não havia coletores de lixo nesses locais, podendo possivelmente ser esta uma das causas da falta de conservação ou manutenção da limpeza e preservação destes espaços. Também não foi evidenciado qualquer incentivo à prática da coleta do lixo. As carteiras das salas de aula, apesar de estarem em boas condições de uso, estão riscadas com palavrões ou cópia de conteúdo, “pesca”. As paredes das salas também se encontram riscadas e descascadas precisando de manutenção. E não foi observada nenhuma preocupação ou atitude no sentido de diálogo com os alunos sobre a conservação dos ambientes da escola. Talvez tal fato se deva ao proposto por Neto et al (2014, p.2) A escola não oferece condições adequadas ao desenvolvimento de

um trabalho de qualidade “ e o professor não é valorizado como deveria, recebendo baixos salários, não tendo motivação para ir além do que sua disciplina deve propor aos alunos”. Além disso, “a escola representa um espaço de convivência social, de integração de ideias e pessoa, mas também de confronto, conflito, portanto um espaço suscetível a depredação do patrimônio” (PARANÁ, 2016, p.4).

Na zona rural foram encontrados os seguintes resultados: em relação à **sala de aula**, 29% responderam sim, enquanto 71% responderam que não há nenhuma preocupação com o aluno em conservar as salas de aula. Quanto ao espaço **pátio** 57% dos professores responderam que há conservação, enquanto que 43% responderam que não. Quando foi perguntado sobre o uso dos **jardins e quadras** 57% responderam que sim e 43% responderam que não. No local existem cartazes pedindo a colaboração dos alunos no sentido de colocar o lixo nas lixeiras que se encontram espalhadas pelo pátio, o que pode influenciar o comportamento destes alunos na ocupação destes espaços expressando resultados diferentes dos encontrados na escola urbana. Quando estimulados a “repensarem seu ambiente escolar e como podem atuar positivamente sobre ele, os alunos estarão também repensando o mundo em que vivem” (SOARES, 2012, p.2).

Em seguida, foi perguntado aos professores a que fatores eles atribuíam essa falta de conservação com os espaços que a princípio são coletivos e de uso dos mesmos (Figura 3).

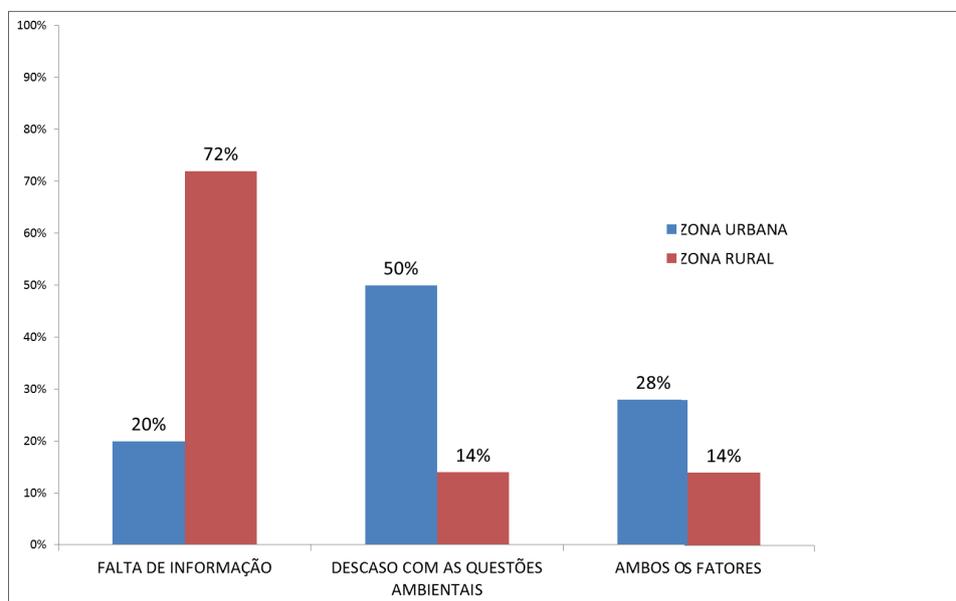


Figura 3 – Fatores atribuídos pelos docentes para a falta de uma consciência ecológica por parte dos alunos, Muritiba-BA, 2017.

Fonte: Pesquisa de campo, 2016 – 2017

A falta de informação dos alunos sobre a importância da conservação e preservação dos ambientes que frequentam foi a causa atribuída por 20% dos respondentes da zona urbana. Entretanto, não foi percebida qualquer ação no sentido

de fornecer essa informação, 52% dos professores atribuíram ao descaso com as questões ambientais e 28% consideraram que são ambos os fatores associados. Para autores como Neto, Alves, Ribeiro, Silva e Paiva (2014, p. 2) isto acontece pelo fato dos alunos não terem “acesso permanente a informativos sobre EA [...] não incentivam os alunos a buscarem informações”. Agravado pelo fato de que os trabalhos que envolvem as questões ambientais em nossas escolas acontecem de forma isolada e pontual.

Para os respondentes da zona rural os resultados indicam que 72% atribuem a falta de informação, 14% ao descaso com as questões ambientais e 14% a ambos os fatores.

Os dados obtidos neste estudo refletem que existe uma maior preocupação com a conservação do ambiente escolar entre os alunos da zona rural em relação aos alunos da zona urbana, o que pode ser resultado de uma maior intervenção dos professores junto a esses alunos no sentido de preservar a limpeza e higiene dos espaços. Ou, ainda, que o “rural sempre esteve relacionado com a prática de atividades tradicionais, principalmente a agricultura e a pecuária” (PAIVA, 2008, p. 26) tendo, portanto uma relação mais próxima e de respeito com os elementos naturais, e conseqüentemente com os espaços que ocupam.

Através deste estudo foi possível se fazer uma análise sobre quais tem sido as práticas pedagógicas propostas nas atividades educativas e como estas podem contribuir para a mudança de comportamento dos discentes em relação à Educação Ambiental. Para a compreensão destas práticas tornou-se necessário o entendimento da relação destes docentes para com a natureza, pois o resultado deste entendimento possibilitou a compreensão de suas ações em sala de aula.

No Quadro 2, podemos observar que não houve diferença significativa entre o grau de conectividade entre os professores da zona urbana e os da zona rural, no que se refere às medianas das amostras estudadas, ou seja, não houve diferença significativa entre os professores.

Resultado	Professor- Zona Urbana	Professor- Zona Rural
Tamanho da amostra	25	7
Mediana	6	6
U	78 ^{ns}	
p-valor bilateral	0,6650	

Quadro 2 - Análise de amostras independentes pelo teste de Mann Whitney.

ns-não significativo a 0,05% de probabilidade pelo teste U.

As amostras foram submetidas ao teste estatístico de Mann Whitney. A partir da análise das amostras foi possível se obter o valor da mediana dos dois estudos igual a 6, e para o p-valor bilateral, 0,6650 demonstrando que não houve diferença significativa entre os dois conjuntos avaliados, pois o valor encontrado foi superior ao nível de significância estabelecido para este estudo ($p < 0,05$).

Nenhum dos professores em nenhum dos dois estudos desenvolvidos apresentou muito pouco, pouco conectados ou não conectados com a natureza (Quadro 1). Possivelmente tal fato ocorra em decorrência da consciência que estes profissionais tem da necessidade de haver um equilíbrio entre as relações humanas e a natureza, pois dela fazemos parte, num intrínseco emaranhado e ao acesso aos documentos e legislação brasileira que regulamentam a EA nas escolas. Como orienta a Proposta de Diretrizes Curriculares para a EA, que a EA no âmbito escolar deve prever uma educação cidadã, responsável, crítica, participativa de forma que cada sujeito possa aprender com o conhecimento científico aliado aos saberes tradicionais, para que este seja capaz de tomada de decisões transformadoras nos ambientes nos quais se inserem. Desta forma, estimulando as interações mais justas entre os seres humanos e os demais seres do planeta com vistas “para a construção de um presente e um futuro sustentável, sadio e socialmente justo” (BRASIL, 2015, p. 2) percepção essa que devido a própria natureza do trabalho docente o professor deve ter.

Código	Zona Urbana		Zona Rural		Total
	Freq. simples	Freq. relativa	Freq. simples	Freq. relativa	
A-1	0	0%	0	0%	0%
B-2	0	0%	0	0%	0%
C-3	1	4%	0	0%	4%
D-4	6	24%	0	0%	24%
E-5	3	12%	2	28,6%	40,6%
F-6	4	16%	2	28,6%	44,6%
G-7	11	44%	3	42,8%	86,8%
Total	25	100%	7	100%	

Quadro 3 - Grau de conectividade de professores da Rede Pública de Ensino da zona urbana e da zona rural, conforme escala de Schultz (2002).

Fonte: Pesquisa de Campo, 2017.

Depois de aplicada a escala entre os docentes da zona rural e da zona urbana, pode-se observar que na zona rural existiu uma alta conectividade dos professores em relação à natureza, expressando um percentual de 100%. No entanto, em relação aos professores da zona urbana, observou-se uma percentagem de 72% para a alta conectividade com a natureza, 24% com conectividade intermediária e apenas 4% com baixa conectividade. Talvez esta diferença nos dados se deva ao fato de que

o homem do campo tem uma relação intrínseca com a natureza, as mudanças, o plantio, a criação atenda aos limites impostos pela própria natureza, sendo ele mais sensível a essa dependência.

4 | CONCLUSÕES

Percebe-se que ainda impera entre os professores a visão de meio ambiente como sinônimo da natureza e das paisagens naturais existentes, o que concorre para reforçar uma ideia equivocada da amplitude que deveriam ter quanto às questões ambientais, posto que muitos dos problemas de degradação ambiental raramente são analisados como problemas relacionados com as estruturas sociais como condição de vida, moradia, divisão de riquezas e educação. Desta forma, as discussões em sala de aula se limitam as questões localizadas e não globalizantes como deveriam ser.

As análises submetidas ao teste de Mann Whitney evidenciaram que não houve diferença significativa entre os dois estudos realizados e ainda, que a mediana final obtida foi idêntica para ambos os estudos. Conclui-se, portanto, que não houve diferenças entre os professores da zona urbana e da zona rural quanto ao grau de conexão com a natureza, muito provavelmente em função da proximidade territorial de ambas as zonas não oferecendo grandes diferenças socioeconômicas, políticas e culturais entre os atores desta pesquisa.

Porém estudos posteriores seriam interessantes para a compreensão da influência que o meio urbano e rural podem exercer sobre o sujeito e sua relação com o desempenho profissional.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, António: Que papel para as Ciências da Natureza em Educação Ambiental? Discussão de ideias a partir de resultados de uma investigação. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias** v. 6, n.3, p.522-537, 2007.

BRASIL. **Proposta de Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/publicacao13.pdf> Acesso em 4 de nov. 2018.

_____, Política Nacional do Meio Ambiente, **Lei nº 6.938/81**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm>. Acesso em: 28 de jan. de 2015.

_____, **Parâmetros Curriculares Nacionais, Meio Ambiente**. Secretaria de Educação Fundamental. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/meioambiente.pdf>>. Acesso em: 04 de abril de 2015.

_____, Política de Educação Ambiental do Estado da Bahia, **Lei nº 12.056/11**. Disponível em: <http://www.semah.ba.gov.br/upload/Lei_12_056_de_07_jan_2011_-_Republicacao.pdf>. Acesso em: 26 de jun. de 2015.

_____, **Base Nacional Comum Curricular**. Ministério da Educação. 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/bncc-20dez-site.pdf>. Acesso em: 20 de jan de 2018.

CORREIA, Marisa Monteiro: Concepções de futuras professores do Ensino Básico acerca do ambiente, da Educação Ambiental e das estratégias didáticas em Educação Ambiental. **Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciência**, v. 16, n. 1, 2014. Disponível em: <<http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/view/1557/1386>>. Acesso em: 23 de jul. 2017.

COSTA, Lúcio Augusto Vilela; IGNÁCIO, Rozane Pereira. **Relações de Consumo x Meio Ambiente: Em busca do Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <http://www.ambito-juridico.com.br/site/?n_link=revista_artigos%20leitura%20&artigo_id=10794&revista_caderno=5>. Acesso em: 15 de out. de 2016.

DIAS, Genebaldo Freire. **Educação Ambiental: Princípios e práticas**. 9. ed. São Paulo: Gaia, 2010.

DOZENA, Alessandro. **Uma breve análise sobre a postura dos alunos em sala de aula: pontos de vista**. Geografia v-17,n.2, jul/dez. 2008 – Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Geociência. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/viewFile/2356/2177>. Acesso em: 02 de nov. 2018.

NETO, Cláudio de Araújo et al: **Análise da construção do conhecimento dos alunos de uma escola pública estadual quanto às questões ambientais**. V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Belo Horizonte- MG 2014. Disponível em: <http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2014/VII-114.pdf> Acesso em: 2 de nov. de 2018.

PARANÀ. Secretaria de Educação: **Estudo de Caso Depredação do Patrimônio Escolar**; Anexo II, 2016. Disponível em: http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/sem_pedagogica/julho_2016/1dia_agentes2_anexo2_sp_2semestre.pdf Acesso em: 02 de nov. de 2018.

PAIVA, Dalva Infantini de. **Crianças de zona rural, alunos de escola urbana**. Dissertação. Campinas, São Paulo, 2008. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/269538/1/Paiva_DalvaInfantinide_M.pdf Acesso em: 02 de nov. 2008.

LEFF, Enrique: **Saber Ambiental: Sustentabilidade, Racionalidade, Complexidade, Poder**; 8ª ed.; Petropolis-RJ: Editora Vozes, 2011. LIBÂNEO, José Carlos: **Pedagogia e Pedagogos, para quê?** 8. ed. São Paulo: Editora Cortez, 2005a.

LIEFLÄNDER, Anne K et al. **Promoting connected ness with nature through environmental education**, 2012. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13504622.2012.697545>>. Acesso em: 20 de maio de 2015.

LOUREIRO, Frederico C. B.: **Sustentabilidade e Educação: um olhar da ecologia política**, v. 39, São Paulo: Cortez Editora, 2012

SOARES et al., A formação do cidadão no ambiente escolar: da conscientização à intervenção na própria realidade. v(8), nº8, p. 1858-1869, ago, 2012. (e-ISSN: 2236-1308).

WOLLMANN, Ediane Machado; SOARES, Félix Alexandre Antunes; ILHA, Phillip Vilanova. As percepções de Educação Ambiental e Meio Ambiente de professores das séries finais e a influência destas em suas práticas docentes, **Revista Brasileira de Educação em Ciências**, v. 15, n. 2, 2015. Disponível em: <<https://seer.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/2523/1923>>. Acesso em: 24 de jun de 2017.

ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA INCORPORAÇÃO DE CINZA DE CASCA DE ARROZ E EFLUENTE DE BIOGÁS NA PLASTICIDADE DA CERÂMICA VERMELHA

Data de aceite: 21/11/2019

Bruna Pereira da Silva

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Cascavel - Paraná

Andréia Rangel Balensiefer

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Cascavel – Paraná

Beatriz Anne Bordin Zen

Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz
Cascavel – Paraná

Estevan Castro Silva

Universidade Paranaense
Cascavel - Paraná

RESUMO: O estudo analisou a importância de se buscar tecnologias para o desenvolvimento sustentável, nos produtos cerâmicos vermelhos. Foram avaliadas as características de plasticidade de três tipos de solos, Latossolo Vermelho distroférico, caulinita e bentonita, quando ensaiados com água e com gás condensado (efluente de biogás). A metodologia empregada seguiu as prerrogativas das normas da ABNT, NBR 6459 para determinação do limite de liquidez. O principal foco da análise foi a variação na faixa de plasticidade dos compósitos quando o fluido de moldagem muda de água para gás condensado. Os resultados que a utilização do gás condensado em

substituição a água resultou em melhora das características plásticas da matriz, sugerindo seu uso na fabricação de peças cerâmicas. A contribuição deste estudo está na redução da utilização de recursos naturais e na substituição da água por um resíduo industrial, na produção de materiais cerâmicos, no que se refere à melhoria da plasticidade.

PALAVRAS-CHAVE: solo; cerâmica; incorporação de resíduos industriais.

STUDY OF THE INFLUENCE OF THE INCORPORATION OF RICE HUSK ASH AND BIOGAS EFFLUENT ON THE PLASTICITY OF RED CERAMICS

ABSTRACT: The study analyzed the importance of seeking technologies for sustainable development in red ceramic products. The plasticity characteristics of three types of soils, dystroferric Red Latosol, kaolinite and bentonite, were evaluated when tested with water and with condensed gas (biogas effluent). The methodology used followed the prerogatives of the ABNT standards, NBR 6459 to determine the liquidity limit. The main focus of the analysis was the variation in the plasticity range of the composites when the molding fluid changes from water to condensed gas. The results that the use of the condensed gas in substitution to the water resulted in an improvement of the

plastic characteristics of the matrix, suggesting its use in the manufacture of ceramic pieces. The contribution of this study is the reduction of the use of natural resources and the substitution of water by an industrial residue, in the production of ceramic materials, with regard to the improvement of plasticity.

KEYWORDS: soil, ceramics, incorporation of industrial waste.

1 | INTRODUÇÃO

A questão ambiental deve ser estudada em relação a iniciativas não limitadas apenas a explorar recursos não renováveis com moderação, deve-se incluir uma visão distinta do processo econômico e dos princípios naturais que envolvem esses recursos. Tradicionalmente, os resíduos inorgânicos não perigosos vêm sendo descartados em aterros sanitários e muitas vezes despejados diretamente nos corpos hídricos sem tratamento adequado (AGÊNCIA EUROPÉIA DE MEIO AMBIENTE, 2007). O aumento contínuo do volume de resíduos requer não apenas medidas que reduzam sua geração, mas também reciclagem e recuperação (ANDREOLLA *et al.*, 2016).

Brandalise (2008) afirma que sustentabilidade compreende entender e definir o quanto de recursos são utilizados, o quanto de resíduo é produzido e o quanto de crescimento populacional o meio ambiente pode suportar. Neste contexto, as indústrias sentem a necessidade de demonstrar que estão produzindo de forma sustentável, reduzindo desperdícios em seus meios de produção e o impacto gerado por seus resíduos produzidos. Conforme Tibor & Feldman (1996), cada vez mais existe uma tendência mundial em focalizar uma melhor gestão ambiental, visto que ela já transpôs uma função complementar à parte integral das operações empresariais, tornando-se uma questão estratégica, e não somente um cumprimento de normas.

Conforme IPARDES (2008), a industrialização do oeste paranaense foi um desdobramento do processo de ocupação da região, e ainda hoje está vinculada à base agrícola regional. O povoamento efetivo fez da derrubada das matas e da exploração da vegetação natural a principal atividade industrial, seguida da transformação da produção agropecuária que foi tomando conta das áreas desmatadas. As principais atividades industriais são o abate de animais, fabricação de óleos vegetais e extração de madeira. Vale ressaltar que, desde o início do processo de industrialização do oeste do Paraná, os municípios de Cascavel e Toledo são os que apresentam maior grau de industrialização.

Todo processo industrial gera algum tipo de resíduo. No município de Toledo, no período de 2009 a 2011 foi realizado um estudo para industrialização de dejetos suínos, conduzidos pela equipe do professor Camilo Morejon, culminando no projeto de um biodigestor modular. Entretanto, esse biodigestor produz um efluente,

proveniente da condensação dos gases produzidos no processo.

O arroz é considerado um dos produtos mais importantes consumidos por aproximadamente metade da população mundial (BHULLAR, 2013; MANISHANKAR, 2015), e ainda conforme Seck *et al.* (2012), será necessário aumentar a produção de arroz em até 10 milhões de toneladas por ano na próxima década, a fim de atender a crescente demanda global. A produção de arroz mundial foi em torno de 740 milhões de toneladas em 2014 (ELICHE-QUESADA *et al.*, 2016). O arroz é um produto bastante consumido no Brasil. Quando colhido, o arroz vem com casca. Na indústria de beneficiamento, a casca é removida e utilizada como combustível para a parbolização do arroz, produzindo um resíduo, a cinza da casca de arroz. Essa cinza vem sendo estudada como reforço para solos e concretos (MEHTA, 1992). Atualmente, a indústria da construção utiliza a cinza em vários produtos, como a substituição de uma parcela de cimento na produção de concreto (Cuenca *et al.*, 2013) e estabilização do solo (VASSILEV *et al.*, 2013; SHERWOOD, 2011; DEL VALLE-ZERMEÑO *et al.*, 2014). A adição de cinza de casca de arroz como um material cru na produção de cerâmica vem sendo estudada por diversos autores, visto que a disposição da cinza tornou-se uma questão ambiental e econômica (ELICHE-QUESADA *et al.*, 2016)

Em se tratando de solo, constata-se que é um material abundante. Justamente por essa característica, os materiais terrosos têm sido fortemente utilizados como material por diversas áreas, sendo uma delas a produção de cerâmicas, como por exemplo, tijolos para construção, cerâmicas decorativas, produtos artesanais. Segundo Zorzi (2011), os materiais cerâmicos têm aplicações tradicionais, como fabricação de telhas, tijolos, peças sanitárias, revestimentos, isolador elétrico, e aplicações avançadas, como na indústria automotiva, eletrônica, tecnologia medida e engenharia mecânica. O ponto em comum entre as cerâmicas, é que necessitam de solo argiloso e água para sua fabricação. Características como plasticidade, retração e resistência da peça cerâmica pronta são importantes para seus diversos usos.

O presente trabalho visa encontrar uma forma de reaproveitar resíduos, incorporando-os ao solo para melhoria de suas características para produção de cerâmica vermelha. O principal objetivo da incorporação desses resíduos no solo é evitar os danos causados à natureza decorrentes do seu despejo inapropriado e ao mesmo tempo atuar na preservação dos recursos naturais, em particular a substituição da água por efluentes de biodigestor, reduzindo sua exploração para a obtenção de materiais nobres e também, manter as características exigidas para o produto cerâmico finalizado.

2 | REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Resíduos agroindustriais

As atividades agroindustriais são grandes geradoras de resíduos. Uma característica importante desse tipo de resíduo é que ele apresenta elevada concentração de material orgânico, e sua destinação aos corpos hídricos pode provocar uma redução da concentração de oxigênio dissolvido nesse meio. Quando há lançamentos de grandes quantidades de material orgânico no corpo hídrico, as bactérias aeróbias, com a função de estabilizar o material orgânico presente, passam a utilizar o oxigênio disponível no meio aquático para degradá-lo. Por isso torna-se importante o tratamento adequado desses resíduos, a fim de que eles possam ser lançados em um corpo hídrico obedecendo aos parâmetros estabelecidos pela legislação ambiental. Os tratamentos convencionais utilizados, como as lagoas aeróbias, lagoas anaeróbias, lagoas de maturação, hoje não se mostram eficientes na redução de material orgânico (demanda bioquímica de oxigênio) e na redução de toxicidades (materiais contaminantes, metais pesados), por isso existe a necessidade de inovação tecnológica com tratamentos mais avançados.

2.2 Beneficiamento de resíduos: biodigestor modular

O biodigestor modular foi um projeto desenvolvido por um grupo de pesquisadores da Unioeste. Seu principal objetivo é o de produzir biogás, biofertilizante e bio-ração, para uso tanto na área rural, quanto na urbana e na industrial, visando melhorar a utilização e eficiência em relação aos biodigestores similares existentes. Morejon *et al* (2012) afirmam que os biodigestores são uma nova concepção energética de reaproveitamento de biomassa para a geração de energia barata, limpa e de fácil acesso, promovendo a redução da poluição. O problema com os biodigestores na configuração atual, é que eles apresentam elevado custo de implantação, o que dificulta sua incorporação em pequenas propriedades, além de não promover a mistura adequada de biomassa, favorecendo a formação de crostas sólidas, que dificultam a passagem do gás, diminuindo assim a eficiência do biodigestor. O biodigestor modular foi desenvolvido para resolver esses problemas.

2.3 Beneficiamento de resíduos: cinza da casca de arroz

A perspectiva de diminuição das reservas de combustíveis fósseis e o aumento dos problemas ambientais decorrentes de sua utilização resultam em uma demanda por fontes de energia renováveis (ACIKGOZ, 2011).

A casca de arroz é a camada mais externa do grão de arroz e tem um grande potencial para gerar bioenergia: uma tonelada de casca de arroz pode gerar 800 kW (ZAFAR, 2015). A casca é separada do grão de arroz durante o processo de

moagem, sendo uma fonte abundante e disponível de biomassa (ELICHE-QUESADA *et al.*, 2016).

A queima da casca de arroz gera um novo resíduo, nomeado cinza de casca de arroz – CCA, que corresponde a cerca de 20% do volume da casca de arroz produzida (SMITH *et al.*, 2009; KISHORE *et al.*, 2011; PRASERTSAN e SAJJAKULNUKIT, 2006). Folleto *et al.* (2005) e Kumar *et al.* (2012) relatam que a CCA apresenta uma grande concentração de sílica, sendo estimada em 92%, fazendo dessa cinza um resíduo com grande potencial econômico, tendo grande aplicação nas indústrias da construção e produção cerâmica (SOBROSA; STOCHERO; MARANGON, 2017). A CCA apresenta sílica em forma amorfa ou cristalina, dependendo das condições de queima (CUENCA *et al.*, 2013). Enquanto a sílica amorfa é utilizada em cimentos e argamassas (METHA e PITT, 1976), a sílica cristalina é utilizada para produtos como aço e cerâmica (BRONZEAOK, 2003). Dependendo da temperatura de queima, obtém-se sílica amorfa ou sílica cristalina: temperaturas acima de 800°C produzem sílica cristalina (HWANG e CHANDRA, 1997), enquanto temperaturas inferiores produzem sílica amorfa (MUTHADHI *et al.*, 2007).

2.4 Matérias primas cerâmicas

A plasticidade de um material é tida como a capacidade de conformação/trabalhabilidade do mesmo. As matérias primas cerâmicas podem ser classificadas, conforme Conceição (2011), como plásticas (materiais argilosos) e não plásticas. Barba *et al.* (1997) reforça que os materiais plásticos são essenciais na fase de conformação do material cerâmico, e são responsáveis pela trabalhabilidade e resistência mecânica a cru; já os materiais não plásticos, atuam na conformação, na retração e na secagem, mas sua principal atuação é no processamento térmico, controlando a sinterização do material (LLORENS, 2000).

As características das argilas dependem da natureza mineralógica e do tamanho de partículas que apresentam (granulometria). Cada elemento que compõe a argila, tem uma importância singular, descrita a seguir, conforme elucidado por Biffi (2002): Sílica (SiO_2): está presente em qualquer tipo de solo, na CCA, na betonita e no caulim. Quanto menor o percentual de sílica, maior a plasticidade do material; Alumina (Al_2O_3): também presente em qualquer tipo de solo e no caulim. Quanto maior a alumina, maior também a presença de caulinita, o que confere um maior grau de plasticidade e aumenta a proporção de mulita na sinterização; Fe_2O_3 : bastante presente no solo de Cascavel – PR (cerca de 20%). É considerada uma impureza colorante, indesejável para alguns materiais cerâmicos; MgO, CaO: são elementos modificadores do poder de fundência, ou seja, quanto maior a concentração desses materiais, menor a temperatura necessária para sinterização.

A profundidade de coleta de argilas para a produção de cerâmica deve ser

observada, visto que presença de matérias orgânicas comprometeria a resistência mecânica final da peça.

Segundo Sánchez *et al* (2001), o caulim é utilizado para garantir uma melhor plasticidade e maior brancura da massa, além de promover o desenvolvimento de microestrutura na sinterização, devido ao aumento da proporção de mulita cristalizada. Conceição (2011) reitera que o caulim é um material oriundo da caulinita, e pode ser utilizado como aditivo ou substitutivo das argilas plásticas, porém apresentando plasticidade e resistência a seco inferiores a estas argilas, porém há ganho significativo no comportamento do material na queima e apresenta menor conteúdo de matéria orgânica. Santos (1992), afirma que o cristal primário do caulim é muito maior que o da argila e muito menor que o das areias, garantindo um melhor empacotamento das partículas. Um melhor empacotamento de partículas promove um menor índice de vazios, o que garante uma maior densidade ao material e também maior resistência mecânica.

A composição de um material cerâmico não depende apenas das argilas plásticas, mas também dos materiais fundentes. Dentre estes materiais, podem-se destacar feldspatos e quartzo. Conceição (2011) diz que “a importância de um material fundente na massa cerâmica está relacionada com a sua capacidade de diminuir a temperatura de formação de fase líquida durante o processo de queima”, ou seja, tende a reduzir a porosidade do produto final, pois o líquido formado preenche as cavidades do corpo cerâmico (SÁNCHEZ *et al*, 2001).

A produção mundial de blocos cerâmicos requer uma massiva quantidade de matérias-primas cruas, que até hoje ainda é baseado no sistema tradicional de argila-sílica-feldspato (ANDREOLLA *et al.*, 2016). Os blocos cerâmicos são produzidos a partir de matérias-primas com uma composição química e mineralógica extremamente abrangente, e por esse motivo esses materiais podem tolerar a presença de diferentes tipos de resíduos urbanos e industriais (DONDI; MARSIGLI; FABBRI, 1997).

2.4.1 Latossolo Vermelho Distroférico

Os latossolos são típicos de países de clima tropical. Estima-se que essa classe de solo cubra 40% do território brasileiro (ANDRADE *et al.*, 2004). Marques (2009) reporta que esses solos são formados pelo intenso intemperismo de rochas e sedimentos. A fração de argila do latossolo é dominada por caulinitas, óxidos de ferro e óxidos de alumínio. O latossolo vermelho distroférico - LVD apresenta coloração vermelha acentuada, porque conforme Embrapa (2017), apresenta altos teores de óxidos de ferro e são identificados em extensas áreas nas regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste do país. É um solo muito importante para a produção de grãos no

Brasil, visto que ele ocorre predominantemente em áreas de relevo plano e suave ondulado, favorecendo a mecanização agrícola.

2.4.2 *Caulinita*

A caulinita, segundo Jesus *et al* (2013), é o argilomineral que é encontrado com mais frequência nos solos tropicais, sendo formada através do intemperismo das rochas ou também como constituinte de rochas sedimentares. Cardoso (1994) reforça que a caulinita é um argilomineral abundante em solos de clima quente e úmido. Ela pode se formar em solos, através do alumínio e do silício liberados pelo intemperismo de minerais primários e secundários. Essa condição, aliada a forte drenagem e pH ácido, intensifica a perda de sílica, formando a caulinita.

A respeito de suas características tecnológicas, Murray (1986) afirma que o amplo campo de aplicação industrial é devido as suas características, das quais, destaca-se como sendo o único mineral industrial quimicamente inerte em um intervalo grande de pH, com coloração branca, capacidade de cobertura quando usado como pigmento, fácil dispersão, compatível com quase todos os adesivos, baixa condutividade térmica e elétrica, maciez e baixa abrasividade e preço competitivo quando comparado com materiais alternativos

Farias (2009) diz que o caulim é uma importante matéria prima para inúmeras indústrias, como: papel, fibra de vidro, plástico, tintas e cerâmica branca. Roskill (2006) destaca que em 2005, o consumo de caulim em cerâmica foi de 4,6 milhões de toneladas, e que o mercado de cerâmicas é o segundo maior consumidor global de caulim. Sua utilização é dada em peças de cerâmica branca, variando de 20% em porcelanas elétricas, 25% em louças diversas e 20 a 60% em porcelanas diversas.

2.4.3 *Bentonita*

As rochas bentoníticas são compostas essencialmente por argilas esmectitas, formada pela devitrificação e alteração química do material vítreo de origem ígnea (SOUZA SANTOS, 1992). É classificada como um aluminossilicato, que em sua forma natural apresenta os íons trocáveis Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Al^{3+} e Fe^{3+} (LÍBANO *et al*, 2012).

2.4.4 *Utilização de cerâmicas no Brasil*

O setor cerâmico é um importante consumidor de minerais industriais. Diversos segmentos do ramo cerâmico consomem, por ano, mais que 100 milhões de toneladas de rochas e minerais (ANUÁRIO MINERAL BRASILEIRO, 2010). A fabricação de produtos cerâmicos concentra-se nas regiões sul e sudeste do Brasil (BUSTAMENTE & BRESSIANI, 2000).

2.4.5 Compósitos para obtenção de cerâmica

Compósitos podem ser definidos como materiais de moldagem estrutural, formados por uma fase contínua polimérica e reforçada por uma fase descontínua que se agregam físico-quimicamente após um processo de cura (GOLDONI, 2008). Durante o processo de cura, pode ocorrer o *crosslinking*, que seria o processo de integração entre o material componente da matriz e seu reforço, resultando em propriedades especiais como: aumento da resistência mecânica, melhora de plasticidade e leveza. Cardoso *et al.* (2015) reportam que os compósitos estão sendo cada vez mais utilizados na construção civil, visto que os materiais resultantes atendem as necessidades do mercado e podem ser mais econômicos.

Com o aumento do custo das matérias-primas e a diminuição do consumo de recursos naturais, o uso de resíduos e subprodutos como matéria-prima torna-se necessário (ELICHE-QUESADA *et al.*, 2016). A adição de CCA na produção de blocos cerâmicos vem sendo estudada por muitos autores. Nas últimas décadas, o aumento da produção industrial levou a uma rápida diminuição dos recursos naturais disponíveis e portanto, formas de reutilização de vários resíduos foram estudadas, incluindo a incorporação em blocos cerâmicos.

Muitos materiais, devido a sua distribuição granulométrica, são utilizados para controlar a plasticidade típica das matérias-primas argilosas e obter um melhor nível de trabalhabilidade com um menor consumo de água. A quantidade de resíduos adicionados a matriz pode variar entre 10 e 60% em peso (BILGIN *et al.*, 2012; AL-ZBOON *et al.*, 2010).

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Especificação dos materiais e métodos

3.1.1 Latossolo Vermelho Distroférico - LVD

O solo é típico originário na região centro sul do Terceiro Planalto Paranaense (MINEROPAR, 1998), sendo classificado pedologicamente como Latossolo Vermelho distroférico (EMBRAPA, 1999) e geotecnicamente como argila plástica com alta compressibilidade, bem drenado, originado da decomposição do basalto, contém elevados teores de hematita (Fe_2O_3), cerca de 20%, e com isso apresenta forte atração magnética, se fragmenta com facilidade quando úmido e bastante resistente à erosão laminar. O solo foi coletado do campus da Unioeste – Cascavel, próximo ao prédio da Reitoria, a uma profundidade mínima de 0,5 m a fim de minimizar a presença de matéria orgânica e outros materiais contaminantes. Depois de coletado, o solo foi colocado para secar à sombra, nas dependências do laboratório de Geotecnia.

3.1.2 Caulinita

A composição da caulinita é $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ (GRIM, 1968). Segundo Conceição (2011), a caulinita é um material que apresenta plasticidade e resistência mecânica a seco inferiores às argilas plásticas, porém seu comportamento de queima é superior, além de apresentar menor conteúdo de matéria orgânica. É matéria prima da indústria cerâmica. A caulinita utilizada neste trabalho é proveniente da região de Itamarajú, Bahia, sendo fornecida pela empresa Monte Pascoal – Mineração de Caulim. A caulinita adquirida é denominada “Coat Extrafino”, sendo uma caulinita pura, isenta de haloizita. Conforme informações obtidas com a empresa, o Coat Extrafino em sua composição química apresenta 39,8% de Al_2O_3 , 43% de SiO_2 e no máximo 1% de água. O tamanho médio da partícula fica 94% abaixo de 02 micra e o pH de 5,0 (máximo).

3.1.3 Bentonita

Conforme Luz & Oliveira (2008), a bentonita possui uma característica física peculiar: expande várias vezes o seu volume, quando em contato com a água. E de acordo com Silva (2011), as bentonitas são caracterizadas por apresentar partículas muito finas e com elevada carga superficial, e são principalmente utilizadas como aglomerantes de areias de moldagem usadas em fundição e impermeabilização de solos. Esse material foi fornecido pela empresa Schumacher – Insumos para a Indústria, localizada em Novo Hamburgo, RS. A bentonita adquirida é denominada Polenita – Bentonita Sódica Natural. Sua composição química, conforme informações do fornecedor, é de 66,78% de SiO_2 , 15,80% de Al_2O_3 . O restante da composição consiste em demais óxidos. Seu pH é de 8,5. O tamanho médio da partícula fica 96% abaixo de 2 micra, o que caracteriza esse material como sendo extremamente fino. Conforme Schumacher Insumos (2016), a bentonita sódica natural apresenta alta pureza mineralógica, pertencendo a formação geológica de idade miocênica. Para o uso cerâmico, é destacado que a incorporação de 2% de bentonita na massa cerâmica já melhora substancialmente a plasticidade, pois apresenta em torno de 35 vezes mais material argiloso em forma coloidal do que as argilas plásticas usuais. Como vantagens, ainda pode-se citar o aumento da resistência em verde, diminuindo as perdas na sua manipulação, além de incorporar capacidade fundente para um cozimento mais preciso.

3.1.4 CCA (Cinza da Casca de Arroz)

A casca de arroz é o principal subproduto das operações de beneficiamento de arroz. Esse resíduo, por apresentar alto poder calorífico, é utilizado como fonte energética (POUEY, 2006). Porém, a queima da casca de arroz gera a cinza da

casca de arroz. A cinza utilizada foi fornecida pela empresa Pilecco Nobre, que atua no ramo do beneficiamento do arroz na cidade de Alegrete – RS.

3.1.5 Condensado

É o efluente proveniente da condensação de gases produzidos em biodigestores, apresenta pH elevado, o que pode melhorar a plasticidade do material cerâmico, e foi obtido por meio de parceria com a Faricon Agrícola S/A, localizada em Toledo-PR. O biodigestor é modular, conforme patenteado pela Unioeste, representada pelos pesquisadores Camilo Freddy Mendoza Morejon, Carlos Alberto Piacenti, Cleber Antonio Lindino, Fernando Palú, Luiz Telmo da Silva Auler, Reinaldo Aparecido Bariccatti, Sérgio Faria, Weimar Freire da Rocha Jr, José Augusto de Sousa, sob o registro nº MU 8403433-5 Y1.

Após a coleta do vapor e sua condensação, obtém-se o resíduo. Do ponto de vista do processo, o condensado é considerado um efluente (CONAMA, 2011; ABNT, 1987). Apresenta características físicas de um líquido transparente, viscoso e com forte odor. Conforme relatórios fornecidos pela Allabor Laboratórios LTDA, as características químicas do Condensado são: 3,64mg/L de nitrato, 5,67mg/L de nitrito, 213,58mg/L de nitrogênio amoniacal. Sua DBO é 172,7mg/L e sua DQO é 516,8mg/L. A utilização do condensado visa a substituição de água no processo de produção de cerâmica.

3.2 Métodos

3.2.1 Determinação dos compósitos

Considerando os materiais utilizados, foram feitas hipóteses de composições fixas, que estudaram a mistura do LVD com reforço de caulinita, bentonita e CCA em percentuais fixos (de 10 ou 20%), sendo realizados ensaios com água e com condensado.

3.2.2 Determinação do limite de plasticidade e de liquidez

O limite de plasticidade do solo (LP) foi determinado seguindo a NBR 7180 (ABNT, 1984), e o limite de liquidez (LL) foi determinado conforme prescrições da NBR 6459 (ABNT, 1984). Foram coletadas 10 amostras para cada ensaio e composição, resultando em 360 amostras.

Para o limite de plasticidade, foram considerados satisfatórios os valores de umidade obtidos quando, de pelo menos quatro, nenhum deles diferiu de mais de 5% dessa média. O resultado final é a média desses valores.

3.2.3 Avaliação da faixa de plasticidade atingida

Para avaliação da faixa de plasticidade, foi calculado o índice de plasticidade IP, subtraindo-se do LL o LP. Para quantificar a plasticidade, utilizou-se o quadro de classificação de Burmister, conforme sugerido por Das (2007):

IP	Descrição
0	Não Plástico
1 - 5	Ligeiramente Plástico
5 - 10	Plasticidade Baixa
10 - 20	Plasticidade Média
20 - 40	Plasticidade Alta
> 40	Plasticidade Muito Alta

Quadro 1 Classificação Burmister de plasticidade

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Limites de Consistência para Solos sem Aditivos

Foram realizados ensaios para limites de liquidez e plasticidade para solos sem adição de nenhum aditivo. A tabela 1 apresenta os resultados comparativos entre limite de liquidez, o limite de plasticidade, bem como o índice de plasticidade e sua classificação conforme Burmister.

AMOSTRA	LL	LP	IP	Classificação
LVD+H2O	51,35	43,91	7,44	BAIXA
LVD+Condensado	54,29	40,15	14,14	MÉDIA
Caulinita+H2O	59,94	41,06	18,88	MÉDIA
Caulinita+Condensado	75,86	42,99	32,87	ALTA
Bentonita+H2O	88,84	34,32	54,52	MUITO ALTA
Bentonita+Condensado	148,76	46,58	102,18	MUITO ALTA

Tabela 1 Limites para Solos sem Aditivos

O LVD, apesar de conter um grande percentual de argila em sua composição, não apresenta plasticidade baixa, apontado a necessidade de se acrescentar aditivos plastificantes para melhorar a trabalhabilidade desse solo para produção de cerâmica. A substituição da água pelo condensado elevou a faixa de plasticidade em 14,14%, passando de baixa a média na escala de Burmister. Zen (2016) em seu trabalho obteve valores de limite de liquidez para o LVD em água variando entre 45 e 65% e para o limite de plasticidade entre 30 e 45%. De maneira semelhante, Ramella (2016) obteve um valor de limite de liquidez de 51% para o LVD em água.

Em se tratando de bentonita, Huse (2007) obteve o valor de 505,6% para limite de liquidez e 46,3% para limite de plasticidade, portanto a bentonita é um material que apresenta uma plasticidade bastante elevada. Para a caulinita, Cardoso (2000), obteve o valor de 77% para o limite de liquidez e 44% para o limite de plasticidade.

4.1.1 Limites para composições fixas – LVD+Caulinita

Foram realizados ensaios para limites de liquidez e plasticidade para LVD com adição de caulinita em percentuais fixos. A tabela 2 apresenta os resultados comparativos entre limite de plasticidade e liquidez.

AMOSTRA	LL	LP	IP	Classificação
LVD+Bentonita10+H2O	74,12	39,9	34,22	ALTA
LVD+Bentonita20+H2O	89,62	32,51	57,11	MUITO ALTA
LVD+Bentonita10+Condensado	64,27	51,28	12,99	MEDIA
LVD+Bentonita20+Condensado	60,8	38,38	22,42	ALTA

Tabela 2 Limites para LVD com Bentonita

O acréscimo de bentonita no LVD aumentou significativamente o índice de plasticidade. Apesar de ser demonstrado na tabela 1 que houve um incremento no índice de plasticidade da bentonita com a utilização de condensado em substituição a água, quando a bentonita foi acrescentada ao LVD e foi utilizado o condensado, o índice de plasticidade foi inferior aos índices obtidos com água.

4.1.2 Limites para composições fixas – LVD+CCA

Foram realizados ensaios para limites de liquidez e plasticidade para LVD com CCA em percentuais fixos. A tabela 3 apresenta os resultados comparativos entre limite de liquidez.

AMOSTRA	LL	LP	IP	Classificação
LVD+CCA10+H2O	50,17	34,1	16,07	MEDIA
LVD+CCA20+H2O	49,5	39,29	10,21	MEDIA
LVD+CCA10+Condensado	50,29	34,61	15,68	MEDIA
LVD+CCA20+Condensado	45,84	36,02	9,82	BAIXA

Tabela 3 Limites para LVD com CCA

A adição de CCA apresentou uma boa melhora no índice de plasticidade do LVD, sendo inclusive superior aos índices obtidos pela adição de caulinita, porém inferior aos índices obtidos pela adição de bentonita. Vale ressaltar que ficou claro que a adição de um percentual superior de CCA não apresentou um resultado

melhor, sendo sugerido seu uso com um percentual menor (10%). Kazmi *et al.* (2016) estudaram a incorporação de CCA na fabricação de tijolos de argila e concluiu que adição de 5% de CCA produziu tijolos que atendem aos requisitos padrão, embora apresentem resistência mecânica inferior, mas mesmo assim foi sugerido seu uso na fabricação de tijolos cerâmicos, barateando os custos de produção. Balensiefer (2017) aplicou 15% de CCA ao LVD, reduzindo o LL para 48,00% mas reprimindo fortemente o LP para 32,28%, aumentando o IP para 15,63%, portanto ampliando a faixa de plasticidade. Chiang *et al.* (2009) sugerem que o percentual de CCA a ser adicionado não deva ser superior a 15%, visto que o aumento da quantidade de cinza de casca de arroz aumenta a absorção de água, o que leva a uma maior temperatura de cozimento dos blocos cerâmicos e um maior gasto energético. Eliche-Quesada (2016) postula que tijolos com CCA apresentaram alta absorção de água, chegando a 32,9% quando a proporção de cinza atingiu 30%.

5 | CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos neste estudo, conclui-se que a incorporação de Condensado em substituição a água na fabricação de produtos cerâmicos apresenta melhora significativa na plasticidade do material, promovendo economia de água e redução do impacto ambiental gerado pelo Condensado na natureza. Atualmente, a poluição e eliminação de resíduos industriais são problemas de grande importância, do setor e da sociedade como um todo (REIS *et al.*, 2014). Mesmo na composição de LVD com Bentonita, onde o condensado em substituição a água apresentou um desempenho menor, sugere-se sua utilização como forma de redução de passivo ambiental. A utilização de caulinita para melhora de plasticidade não apresentou resultados satisfatórios, porém foi observado um incremento de plasticidade, o que sugere seu uso na fabricação de cerâmica. Os resultados obtidos encorajam a utilização de CCA e condensado na produção de cerâmica, visto que eles reduzem a utilização de matérias primas, contribuindo para a preservação ambiental.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, F.V.; SCHAEFER, C.E.G.R.; CORREA, M.L.T.; MENDONÇA, E.S. **Carbon stocks in Brazilian Latosols (Oxisols) from different morphoclimatic regions and management systems.** Communications in Soil Science and Plant Analysis, New York, v.35, n. 15/16, p. 2125-2136, 2004.

ANDREOLA, F., BARBIERI, L., LANCELLOTTI, I., LEONELLI, C., MANFREDINI, T. Recycling of industrial wastes in ceramic manufacturing: State of art and glass case studies, **Ceramics International**, 42, p. 13333–13338, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6459**: Determinação do Limite de

Liquidez - Método de Ensaio. Rio de Janeiro, 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7180**: Solo – Determinação do Limite de Plasticidade – Método de Ensaio. Rio de Janeiro, 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9800**: Critérios para lançamento de efluentes líquidos industriais no sistema coletor público de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1987.

BALENSIEFER, A.R. **Comportamento reológico de cerâmicas avançadas**. Relatório de pesquisa Iniciação Científica. Cascavel: UNIOESTE-PRPPG, 2017. 10 p.

BARBA, A., BELTRÁN, V., FELIÚ, C., GARELA, J., GINEZ, F. SÁNCHEZ, E., SANZ, V. **Matérias-primas para la fabricación de soportes de baldosas cerámicas**. Castellón: Instituto de Tecnología Cerámica, p. 112-191, 1997.

BHULLAR, N., GRUISSEM, W., 2013. Nutritional enhancement of rice for human health: the contribution of biotechnology. **Biotechnology Advances**. 31, 50–5.

BIFFI, G. **O grês porcelanato**: Manual de fabricação e técnicas de emprego. 2002.

BRANDALISE, L. T. **A percepção do consumidor na análise do ciclo de vida do produto**: um modelo de apoio à gestão empresarial. Cascavel: EDUNIOESTE, 2008.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA**. Resolução CONAMA N 430, de 13 de Maio de 2011. In: Resoluções, 2011. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>> Acesso em: 05/05/2017

BRONZEOAK LTDA. **Rice Husk Ash Market Study**. UK Department of Trade and Industry. BTG Biomass Technology Group, 2012.

BUSTAMANTE, G.M., BRESSIANI, J.C. **A indústria cerâmica brasileira**. Ceramic News 7. 2000.

C. ACIKGOZ, Renewable energy education in Turkey, **Renewable Energy**, Brighton-UK, v. 36, n. 2, p.608-611, fev. 2011.

CARDOSO, D. L.; KAMINSKI, T.B.; GOLDONI, F.S.; VENSON, G.I.; CANCELIER, C.D. (2015). A study of the nature of the shear strength of soil-waste composites. **Key Engineering Materials**. Vol 634, 400-409.

CARDOSO, D. L. Uma abordagem Unificada dos Aspectos Reológicos e Físico-Químicos do Comportamento de um Solo Caulinitico. 2000. 210f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Rio de Janeiro, 2000.

CHIANG, K., CHOU, P., HUA, C., CHIEN, K., CHEESEMAN, C. **Lightweight Bricks Manufactured from Water Treatment Sludge and Rice Husks**. Journal of Hazardous Materials, Vol 171. 2009. 271-278.

CONCEIÇÃO, E. S. **Influência da distribuição granulométrica no empacotamento de matérias-primas na formulação de porcelânicos**. Dissertação (Mestrado). E.S.C, São Paulo, 2011.

D. ELICHE-QUESADA, M.A. FELIPE-SESÉ, J.A. LÓPEZ-PÉREZ, A. INFANTES-MOLINA. Characterization and evaluation of rice husk ash and wood ash in sustainable clay matrix bricks, **Ceramics International**, 43 (1), p. 463–475, 2017.

DAS, B. M. **Fundamentos de Engenharia Geotécnica**. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

DEL VALLE-ZERMEÑO, J.M. CHIMENOS, J. GIRÓ-PALOMA, J. FORMOSA, Use of weathered and fresh bottom ash mix layers as a subbase in road constructions: Environmental behavior enhancement by means of a retaining barrier, **Chemosphere** 117 (2014) 402-409.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. **Sistema brasileiro de classificação de solo**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1999.

_____. **Latossolos Vermelhos**. 2017. Disponível em: < http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000fzyjaywi02wx5ok0q43a0r9rz3uhk.html> Acesso em 03 de jan. 2017.

F.Z. SOBROSA, N.P. STOCHERO, E. MARANGON, M.D. TIER. Development of Refractory Ceramics from Residual Silica Derived from Rice Husk Ash, **Ceramics International**, 43, p. 7142–7146, 2017.

FACINCANI, E. **Tecnologia cerâmica – los Ladrillos**. Faenza Ed. Iberica S.L. Editora, Barcelona, Espanha. 1993.

FOLLETO, E.L., HOFFMANN, R., HOFFMANN, R.S., Portugal, U.L., Jahn, S.L., 2005. Applicability of rice husk ash. **Química Nova** 28, 1055-1060.

GOLDONI, F. S. (2008). **Análise do comportamento mecânico do solo da região de Cascavel condicionado pelo Lodo de Esgoto Calcinado**. TCC. Graduação em Engenharia Civil, UNIOESTE, Cascavel.

HWANG, C.L., CHANDRA, S., 1997. **The Use of Rice Husk Ash in Concrete**, in: Chandra, S. (Ed.), *Waste materials used in concrete manufacturing*. William Andrew. International Rice Research Institute, 2016. Rice Husk, Rice Knowledge Bank. International Rice Research Institute

IPARDES – INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Oeste paranaense: o 3. Espaço relevante: especificidades e diversidades**. Curitiba, PR. 2008.

J. CUENCA, J. RODRÍGUEZ, M. MARTÍN-MORALES, Z. SÁNCHEZ-ROLDÁN, M. ZAMORANO, Effects of olive residue biomass fly ash as filler in self-compacting concrete. **Constr. Build. Mater.** 40 (2013) 702–709.

JESUS, T.B.; CRUZ, M.A.; SANTOS, L.T.S.O; LIMA, G.L.M.L. **Caracterização granulométrica e mineralógica dos sedimentos como suporte para análise de contaminação ambiental em nascentes do rio Subaé, Feira de Santana (BA)**. *Geochimica Brasiliensis*, vol. 27, n 1, pp 49-62, 2013.

K. AL-ZBOON, M. TAHAT, Z.S. ABU-HAMATTEH, M.S. AL-HARAHSEH, Recycling of stone cutting sludge in formulations of bricks and terrazzo tiles, **Waste Manag. Res.** 28 (6) (2010) 568–574.

KAZMI, S.M.S., ABBAS, S., MUNIR, M. J., KHITAB, A. **Exploratory study on the effect of waste rice husk and sugarcane bagasse ashes in burnt clay bricks**. *J. Build Eng.* 7. (2016). 372-378.

KISHORE, R., BHIKSHMA, V., PRAKASH, P.J., 2011. Study on Strength Characteristics of High Strength Rice Husk Ash Concrete. **Procedia Engineering.** 14, 2666-2672.

KUMAR, A., MOHANTA, K., KUMAR, D., PARKASH, O., 2012. Properties and Industrial Applications of Rice husk: A review. **International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering** 2, 86-90.

- LLORENS, F.G. **Matérias-primas fundentes para a fabricação de grês porcelanato**. Cerâmica e Informação, v. 9, p. 51-55, 2000.
- LUZ, A. B., OLIVEIRA, C. H. **Argila – Bentonita**. In Rochas e Minerais Industriais – CETEM. 2008.
- M. DONDI, M. MARSIGLI, B. FABBRI, Recycling of industrial and urban wastes in brick production – a review (Part.1), **Tile Brick Int.** 13 (3) (1997) 218–225.
- _____. Recycling of industrial and urban wastes in brick production – a review (Part.2), **Tile Brick Int.** 13 (4) (1997) 302–309.
- MANISHANKAR, P., J. KUDLA, J., 2015. **Cold Tolerance Encoded in One SNP**. Cell 160 (6), 1209-1221.
- MEHTA, P. K. **Rice husk ash – A unique supplementary cementing material**. In: Advances in concrete technology. CANMET. Ottawa, 1992 (407-431).
- MEHTA, P. K., PITT, N. **Energy and industrial materials from crop residues**. Resource Recovery and Conservation 2 (1976), 23-38.
- MINEROPAR – MINERAIS DO PARANÁ S.A. **Mineração na geração de emprego e renda – oportunidades de negócio com mineração**. Curitiba: SERT, 1998.
- MONTE PASCOAL. **Coat extrafino**. Disponível em: <<http://caulimmontepascoal.com.br/produtos/coat-extrafino>>. Acesso em: 06 out. 2016.
- MUTHADHI, A., ANITHA, R., KOTHANDARAMAN, S., 2007. **Rice Husk Ash – Properties and its Uses: A Review**. Journal of the Institution of Engineers (India). Civil Engineering Division (Online) 88, 50-56.
- N. BILGIN, H.A. YEPREM, S. ARSLAN, A. BILGIN, E. GÜNAY, M. MARSOGLU, Use of waste marble powder in brick industry, **Constr. Build. Mater.** 29 (2012) 449–457.
- P. SHERWOOD, **Alternative Materials in Road Construction**, 2nd ed.; Thomas Telford Ltd.: London, UK, 2011.
- POUEY, M. T. F. **Beneficiamento da cinza de casca de arroz residual com vistas a produção de cimento composto e/ou pozolânico**.2006. 320f. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2006.
- PRASERTSAN, S., SAJJAKULNUKIT, B., Biomass and biogás energy in Thailand: Potential, opportunity and barriers. Renewable Energy Ed. 31 (2006), 599-610.
- RAMELLA, C. C. **Desenvolvimento de compósitos para obtenção de cerâmica fina utilizando solo aditivado com resíduos industriais e agroindustriais**. Relatório Final – PIBITI. Unioeste, Cascavel – PR. 2016.
- REIS, A., SOUZA, J. PERINI, B.L.B., UENO, O.K.. **Influencia da adição de lodo, de uma estação de tratamento de água (ETA), nas propriedades mecânicas em cerâmica vermelha**. Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, Cuiabá, MT. 2014.
- S. ZAFAR, Rice Straw as Bionery Resource. **Bio Energy Consult**; 26, march 2015.

S.V. VASSILEV, D. BAXTER, L. K. ANDERSEN, C.G. VASSILEVA, An overview of the composition and application of biomass ash. Part 2. Potential utilization, technological and ecological advantages and challenges, **Fuel**, 105 (2013) 19-39.

SÁNCHEZ, E., ORTZ, M.J., GARCÍA-TEN, J., CANTAVELLA, V., **Efeito da composição das matérias-primas empregadas na fabricação de grês porcelanato sobre as fases formadas durante a queima e as propriedades do produto final**. In: Cerâmica Industrial, 2001.

SANTOS, P.S. **Ciência e tecnologia das argilas**. São Paulo, Edgard Blücher Ltda, 1992.

SECK, P.A., DIAGNE, A., MOHANTY, S., WOPEREIS, M.C.S., 2012. Crops that feed the world 7: Rice. **International Society for Plant Pathology**. 4, 7-24.

SILVA, T. H. C. **Bentonita**. In DNPM – Sumário Mineral. 2011.

TIBOR, Tom; FELDMAN, Iva. **ISO 14000: um guia para as novas normas de gestão ambiental**. Futura. São Paulo. 1996.

UNIOESTE (Brasil). Camilo Freddy Mendoza Morejon; Carlos Alberto Piacenti; Cleber Antonio Lindino. **Biodigestor modular para produção de biogás, biofertilizante e bio-ração**. BR nº MU 8403433-5 Y1, 25 out. 2004, 22 ago. 2006.

ZORZI, J. E. **Materiais Cerâmicos e aplicações**. Instituto Nacional de Engenharia de Superfícies. Caxias do Sul, Rio Grande do Sul. 2011.

ZEN, B. A. B. **Caracterização Geotécnica do Subsolo do Campo Experimental do Centro Acadêmico da FAG em Cascavel-PR**. 2016. 109 f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz, Cascavel 2016.

FRUGIVORIA E SOMBRA DE SEMENTES DE *Myrsine coriacea* (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult. (PRIMULACEAE) EM UMA ÁREA DE REGENERAÇÃO NATURAL DO PARQUE ESTADUAL DA SERRA FURADA, SC

Data de aceite: 21/11/2019

Robson Siqueira Patricio

Universidade do Extremo Sul Catarinense -
UNESC, Programa de Pós-Graduação em
Ciências Ambientais
Criciúma – Santa Catarina

Birgit Harter-Marques

Universidade do Extremo Sul Catarinense -
UNESC, Programa de Pós-Graduação em
Ciências Ambientais, Laboratório de Interação
Animal-Planta
Criciúma – Santa Catarina

RESUMO: O processo de dispersão consiste na remoção dos diásporos das proximidades das plantas matrizes e transporte para locais adequados para a germinação e estabelecimento. Entre as espécies pioneiras encontradas na Mata Atlântica está *Myrsine coriacea* que, além de ser uma importante fonte de alimento para a fauna, ajuda nos processos de cicatrização de clareiras. Este estudo tem como objetivo identificar as espécies de aves que consomem os frutos de *M. coriacea* em uma área de regeneração natural, e avaliar o destino das sementes através da sombra de sementes. O estudo foi realizado em uma área de regeneração natural do PAESF, Santa Catarina. A frugivoria foi avaliada entre outubro

de 2015 e janeiro de 2017 e a fenologia da frutificação foi acompanhada de setembro de 2015 a janeiro de 2017, utilizando o Índice de Atividade. A distribuição espacial dos indivíduos e a sombra de sementes foram avaliadas pelo Índice de Morisita. Foram registradas 22 espécies de aves consumindo frutos, sendo que *Turdus amaurochalinus* consumiu mais frutos por visita, sendo considerado potencial dispersor de sementes de capororoca. Os frutos verdes apareceram em quase todos os meses de observação, já os frutos maduros por sua vez, tiveram pico nos meses mais quentes. O Índice de Morisita revelou uma distribuição espacial agregada, assim como na sombra de sementes. Estudos futuros envolvendo o tratamento dado à semente e locais de deposição se fazem necessários para identificar se realmente as altas frequências e o consumo de maior número de frutos por visita indicam um dispersor efetivo ou não.

PALAVRAS-CHAVE: Capororoca. Aves. Distribuição espacial.

FRUGIVORY AND SEED SHADOW OF *Myrsine coriacea* (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult. (PRIMULACEAE) IN A NATURAL REGENERATION AREA OF SERRA FURADA STATE PARK, SC

ABSTRACT: The dispersion process consists

of the removal of the diaspores from the proximities of the parent plants and transport to places suitable for germination and establishment. Among the pioneer species found in the Atlantic Forest is *Myrsine coriacea*, which besides being an important source of fauna food, helps in the healing processes of clearings. This study aims to identify the species of birds that consume the fruits of *M. coriacea* in a natural regeneration area, and evaluate the destination of the seeds through the seed shade. The study was carried out in a natural regeneration area of the PAESF, Santa Catarina. Frugivory by birds was evaluated between October of 2015 and January of 2017, and fruiting phenology was monitored from September 2015 to January 2017, using the Activity Index. The spatial distribution of the individuals and the seed shadow were evaluated by the Morisita Index. Twenty-two bird species were recorded consuming fruits. *Turdus amaurochalinus* consumed more fruits per visit, being considered as potential disperser of capororoca seeds. The green fruits appeared in almost all the months of observation, while the mature fruits in turn, peaked in the warmer months. The Morisita Index revealed an aggregated spatial distribution, as well as seed shade. Future studies involving seed treatment and deposition are necessary to identify whether the high frequencies and consumption of the highest number of fruits per visit actually indicate an effective disperser or not.

KEYWORDS: Capororoca. Birds. Spatial distribution.

1 | INTRODUÇÃO

A Floresta Atlântica foi uma das maiores florestas tropicais das Américas, ocupando áreas na Argentina, Brasil e Paraguai (IBGE, 2012; SOS MATA ATLÂNTICA/ INPE, 2009; RIBEIRO et al., 2009). A combinação de características geográficas, como ampla distribuição latitudinal e longitudinal e grandes diferenças altitudinais, criaram uma elevada heterogeneidade de condições ambientais (RIBEIRO et al., 2009). Tais condições favoreceram a ocorrência de uma alta diversidade e endemismos no bioma (RODRIGUES, 2005; MOREIRA-LIMA, 2013; FLORA DO BRASIL, 2017). Atualmente, a floresta contínua apresenta-se em fragmentos pequenos, sendo que mais de 80% são menores que 50 hectares, e os fragmentos restantes encontram-se muito distantes entre si. (RIBEIRO et al., 2009; SOS MATA ATLÂNTICA/ INPE, 2009).

A dispersão de sementes é um dos elementos chave na regeneração natural de áreas antropizadas (FLEMING; KRESS, 2011), pois muitas vezes o banco de sementes e outros meios de regeneração foram reduzidos ou eliminados (CORLETT, 2002). O processo de dispersão consiste na remoção dos diásporos das proximidades das plantas matrizes e o transporte para distâncias seguras, ou seja, locais adequados para germinação e estabelecimento (JORDANO, 1992; JORDANO et al., 2006). É muito mais do que uma simples troca de benefícios entre animais frugívoros e plantas, e sim uma das fases iniciais de um complexo, crítico e muito importante ciclo para as

populações de plantas (HOWE; SMALLWOOD, 1982; JORDANO, 2000; HERRERA; PELLMYR, 2002).

Devido à forte interação existente entre animais frugívoros e espécies vegetais, a redução ou extinção de espécies frugívoras em áreas naturais afeta diretamente a distribuição das plantas nesses locais (LOISELLE; BLAKE, 2002). Na Mata Atlântica, a proporção de endozoocoria, ou seja, sementes regurgitadas ou defecadas após a ingestão dos frutos por vertebrados é estimada em até 75% (ALMEIDA-NETO et al., 2008). Ao transportar as sementes diretamente para locais de recrutamento favoráveis (WENNY; LEVEY, 1998) ou pelo tratamento dado às sementes ingeridas (VERDÚ; TRAVESET, 2004; TRAVESET; ROBERTSON; RODRÍGUEZ, 2007), frugívoros podem exercer a função de dispersores de sementes para um grande número de espécies de plantas (LEVEY et al., 2002).

Alguns estudos relatam a importância da dispersão de sementes na manutenção da regeneração em ambientes florestais, realizada por diversos grupos animais (CASTRO; GALETTI, 2004; GALETTI et al., 2008). As aves desempenham um papel relevante como dispersoras (PRIMACK; CORLETT, 2005), não apenas pela sua abundância, riqueza de espécies e frequência com que se alimentam de frutos, como também devido a sua mobilidade nos habitats. Aves frugívoras, assim como morcegos frugívoros, são essenciais na recuperação de áreas tropicais, pois atuam como dispersores de uma grande variedade de sementes ao longo da paisagem (WUNDERLE, 1997; GALINDO-GONZÁLEZ, 1998; PIZO, 2004).

A preferência das aves envolve características próprias dos frutos, como tamanho e disposição na planta (MOERMOND; DENSLOW, 1985), grande produção de diásporos ou sementes (SNOW, 1971; HERRERA, 1982) ou, ainda, a concentração de nutrientes e atrativos químicos e visuais (SCHUPP, 1993).

Entre as espécies arbóreas pioneiras encontradas na Mata Atlântica está *Myrsine coriacea* (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult. (Primulaceae), também conhecida popularmente como “capororoquinha” (FREITAS; KINOSHITA, 2015). Ocorre em diversas formações florestais brasileiras, principalmente em áreas abertas, secas e beira de estradas (LORENZI, 1992; FREITAS; KINOSHITA, 2015). É uma das espécies mais importantes do sul do Brasil, pelo aspecto da produção anual de grande quantidade de frutos, que pode chegar a 100 frutos por ramo (PINESCHI, 1990), sendo estes muito apreciados pela fauna (LORENZI, 1992). Além disso, a espécie desempenha um papel fundamental na regeneração natural (LORENZI, 1992; REMOR, 2004).

Levando-se em consideração a importância da espécie pioneira *Myrsine coriacea* na ampla oferta de recursos para a fauna e nos processos de cicatrização de clareiras em áreas florestais naturais, este estudo tem como objetivo identificar as espécies de aves que consomem seus frutos em uma área de regeneração natural

do Parque Estadual da Serra Furada, bem como avaliar o destino das sementes através da sombra de sementes.

2 | MATERIAIS E MÉTODO

O estudo foi realizado no Parque Estadual da Serra Furada (PAESF), localizado no sul do Estado de Santa Catarina, entre os municípios de Orleans e Grão-Pará (49°25'17" - 49°22'58" O e 28°08'13" - 28°11'36" S), mais precisamente em uma área de regeneração natural de quatro hectares. Neste local havia uma grande mancha de pastagem em meio à formação Montana da Floresta Ombrófila Densa que havia sido utilizada para a criação de gado bovino no passado e, após ter sido abandonada, regenerou-se naturalmente de diferentes formas (DA ROSA, 2011).

Para obter os dados referentes às espécies de aves que consomem os frutos de *M. coriacea*, foi utilizado o método de observação focal, selecionando e marcando 11 indivíduos de *M. coriacea*. As observações foram realizadas entre outubro de 2015 e janeiro de 2017, mensalmente, em um único dia durante sete horas, resultando em 77 horas de esforço amostral.

Para acompanhar a fenologia de frutificação foram escolhidos e marcados 15 indivíduos adultos em idade reprodutiva (MORELLATO et al., 2000). As observações foram realizadas mensalmente, entre setembro de 2015 e janeiro de 2017. Para analisar os dados fenológicos obtidos em campo foi aplicado o método de Índice de Atividade (ou porcentagem de indivíduos), sugerido por Bencke e Morellato (2002).

Para avaliar o padrão de distribuição espacial de *M. coriacea* na área de estudo, foram distribuídas 20 parcelas medindo 45 x 45 metros (2.025 m² ou 0,2025 hectares) cada. A sombra de sementes da espécie foi verificada em uma área de dois hectares (200 x 100 metros), dentro da área de 4,0 hectares. Neste local foram instalados 36 coletores de sementes medindo 50 x 50 cm (0,25 m² cada), distantes 20 metros entre si, em forma de grid, mais 15 coletores colocados sob as plantas utilizadas para acompanhamento da fenologia, totalizando 51 coletores de sementes (Figura 1). Os coletores foram verificados mensalmente, durante o segundo período de frutificação na área, entre julho de 2016 e janeiro de 2017, a fim de se obter as sementes e frutos de *M. coriacea* presentes. O material coletado foi alocado em sacos plásticos e levado ao Laboratório de Interação Animal-Planta (LIAP) da Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC) para posterior contagem.

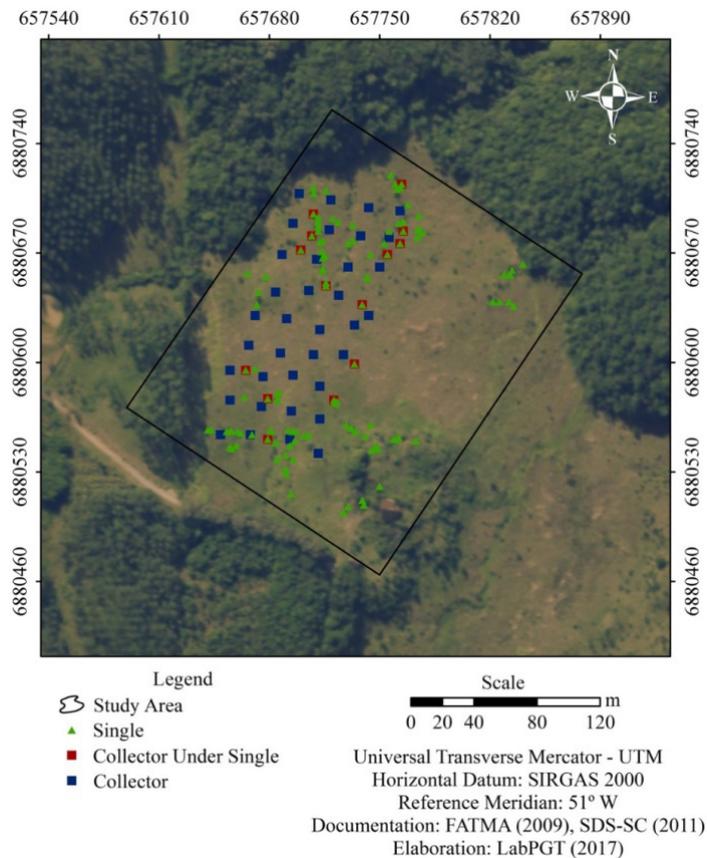


Figura 1 – Imagem aérea da área de estudo no PAESF, SC, com a localização dos coletores em forma de *grid* (quadrados azuis) e dos coletores sob indivíduos de *M. coriacea* (quadrados vermelhos).

Fonte: Thaise Sutil (2017).

3 | RESULTADOS

Frugivoria por aves

Durante as 77 horas de observação, foram registrados 277 eventos de consumo de frutos por 22 espécies de aves distintas (Tabela 1). No total foram 2.695 frutos mandibulados pelas aves, destes, 2.649 (98,3%) foram considerados dispersos (carregados no bico ou engolidos). As espécies que mais consumiram frutos foram *Turdus amaurochalinus* (n = 387), *T. rufiventris* (n = 356), *Zonotrichia capensis* (n = 331) e *Elaenia* spp. (n = 315). Em relação ao número médio de sementes dispersas por visita, destacaram-se: *Pitangus sulphuratus* (41,4), *Megarynchus pitangua* (31), *T. rufiventris* (27,4), *T. amaurochalinus* (21,5) e *T. albicollis* (18). As seguintes espécies permaneceram mais tempo na planta durante o consumo dos frutos: *P. sulphuratus* (442 s), *Tyrannus savana* (300 s), *Pachyramphus validus* (225 s), *T. rufiventris* (159 s) e *Tersina viridis* (127 s).

Família / Espécie	Nome comum	Frequência (%)
TYRANNIDAE		
<i>Elaenia</i> spp.*		90,9
<i>Empidonomus varius</i> (Vieillot, 1818)	peitica	27,3
<i>Legatus leucophaius</i> (Vieillot, 1818)	bem-te-vi-pirata	45,5
<i>Megarynchus pitangua</i> (Linnaeus, 1766)	neinei	9,1
<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	bem-te-vi	18,2
<i>Tyrannus melancholicus</i> Vieillot, 1819	suiriri	27,3
<i>Tyrannus savana</i> Daudin, 1802534	tesourinha	9,1
TITYRIDAE		
<i>Pachyrhamphus validus</i> (Lichtenstein, 1823)	caneleiro-de-chapéu-preto	45,5
VIREONIDAE		
<i>Vireo chivi</i> (Vieillot, 1817)	juruviara	72,7
TURDIDAE		
<i>Turdus albicollis</i> Vieillot, 1818	sabiá-coleira	27,3
<i>Turdus amaurochalinus</i> Cabanis, 1850	sabiá-poca	54,5
<i>Turdus flavipes</i> Vieillot, 1818591	sabiá-una	18,2
<i>Turdus rufiventris</i> Vieillot, 1818	sabiá-laranjeira	27,3
PASSERELLIDAE		
<i>Zonotrichia capensis</i> (Statius Muller, 1776)	tico-tico	81,8
THRAUPIDAE		
<i>Dacnis cayana</i> (Linnaeus, 1766)	saí-azul	9,1
<i>Tachyphonus coronatus</i> (Vieillot, 1822)	tiê-preto	9,1
<i>Tangara cyanocephala</i> (Statius Muller, 1776)	saíra-militar	27,3
<i>Tangara cyanoptera</i> (Vieillot, 1817)	sanhaço-de-encontro-azul	9,1
<i>Tangara ornata</i> (Sparman, 1789)	sanhaço-de-encontro-amarelo	9,1
<i>Tangara seledon</i> (Statius Muller, 1776)	saíra-sete-cores	18,2
<i>Tersina viridis</i> (Illiger, 1811)	saí-andorinha	45,5
FRINGILLIDAE		
<i>Spinus magellanicus</i> (Vieillot, 1805)	pintassilgo	9,1

Tabela 1 – Espécies de aves que consumiram os frutos de *M. coriacea* em 77 horas de observação no Parque Estadual da Serra Furada, Santa Catarina.

* Devido à dificuldade de identificação das espécies, todos os indivíduos foram aqui tratados como *Elaenia* spp..

Fenologia da frutificação

O índice de atividade revelou o início e o fim das fenofases de frutificação (frutos verdes e frutos maduros), em dois eventos durante os 17 meses de observação: O primeiro evento teve início com o aparecimento dos primeiros frutos verdes no mês de setembro de 2015 com sincronia baixa, de outubro a dezembro de 2015. Esta fenofase foi registrada em todos os indivíduos observados, indicando alta sincronia dos indivíduos de *M. coriacea*. Já a fenofase de frutos maduros teve início em outubro de 2015, em somente dois indivíduos, indicando inicialmente um evento não sincrônico. Nos meses de novembro e dezembro de 2015 os frutos maduros foram observados em 60 e 100% dos indivíduos, respectivamente, indicando uma alta sincronia da fenofase. O segundo evento teve início no mês de julho de 2016, com

o aparecimento dos primeiros frutos verdes, com sincronia baixa, do mês de agosto até janeiro de 2017. Esta fenofase se apresentou como uma alta sincronia entre os indivíduos de *M. coriacea*. Os frutos maduros por sua vez apareceram somente no mês de setembro, em apenas um indivíduo, indicando um evento fenológico não sincrônico. No mês de outubro nenhum indivíduo apresentou frutos maduros, inclusive o do mês anterior. Nos meses seguintes, os frutos maduros voltaram a aparecer, sendo que no mês de janeiro 80% dos indivíduos analisados estavam com frutos maduros, indicando uma alta sincronia na fenofase.

Distribuição espacial e sombra de sementes

Foram encontrados 107 indivíduos adultos e em idade reprodutiva de *M. coriacea* nos 4,05 hectares avaliados (26,4 indivíduos por hectare). Na figura 02 é possível identificar uma agregação em dois grandes grupos, que é confirmada pela Análise Multivariada de Agrupamento (Índice de Similaridade Euclidiana), onde a Correlação de Cophen é igual a 0,8811. O Índice de Morisita (Id) mostrou uma distribuição espacial agregada dos indivíduos de *M. coriacea* avaliados (Id = 1,52), que foi confirmado estatisticamente pelo teste F calculado (F = 3,9), maior que o F tabelado (F = 1,57).

Em relação à sombra de sementes, no total, 9.156 frutos e sementes (incluindo frutos verdes) foram encontrados nos 51 coletores instalados. Ao se considerar apenas frutos maduros e demais sementes (defecadas, regurgitadas, mandibuladas), o total foi de 3.389, correspondendo a uma densidade de 265,8 propágulos por m². 72,5% dos coletores não continham nenhuma ou continham apenas uma semente e no restante dos coletores, foram encontradas duas ou mais sementes. O Índice de Morisita (Id) mostrou que *M. coriacea* possui uma dispersão de sementes agregada (Id = 19,8), que foi confirmado estatisticamente pelo teste F calculado (F = 1.274,9), muito maior que o F tabelado (F = 1,318) (Figura 03).

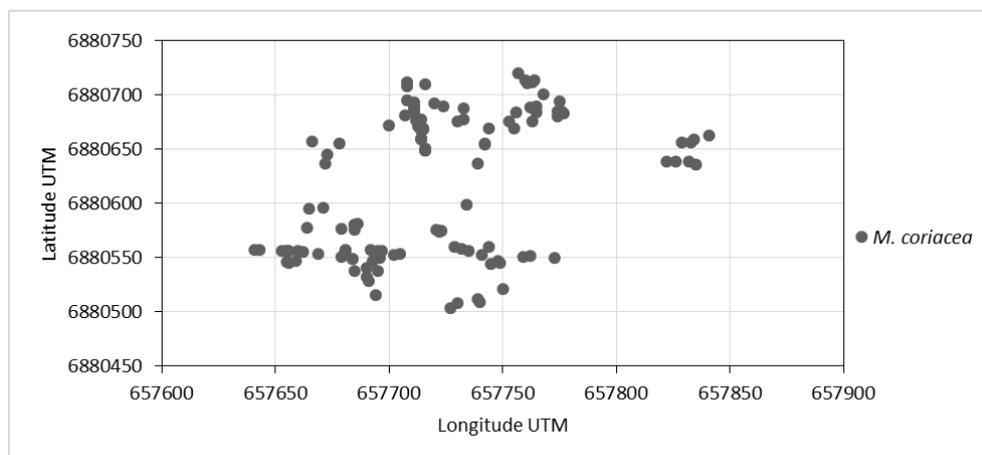


Figura 02 – Representação por gráfico de dispersão dos indivíduos adultos de *M. coriacea* mapeados (N = 107), nos 04 hectares avaliados, no Parque Estadual da Serra Furada, Estado de Santa Catarina.

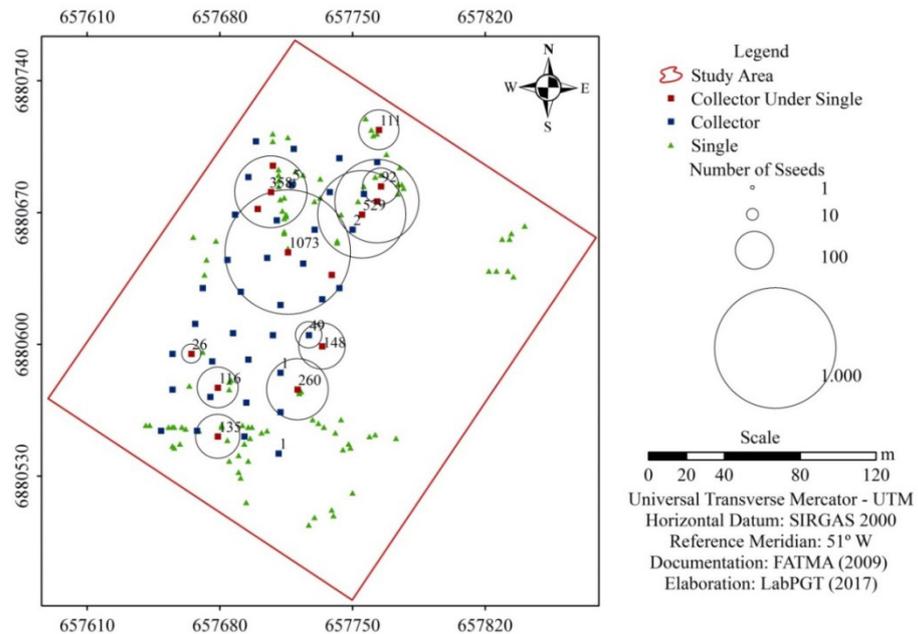


Figura 03 – Representação da sombra de sementes de *M. coriacea* (N = 3389), nos 04 hectares avaliados, no Parque Estadual da Serra Furada, Santa Catarina, onde: o tamanho dos círculos representa o número de sementes.

Fonte: Thaise Sutil (2017).

4 | DISCUSSÃO

Frugivoria por aves

O presente estudo apresentou uma riqueza de aves consumindo os frutos de *M. coriacea* semelhante a encontrada por Jesus e Monteiro-Filho (2007) no Estado do Paraná que registraram 22 espécies. Essa semelhança é confirmada utilizando o Índice de Similaridade de Morisita, com 77% de similaridade. As famílias *Thraupidae* e *Tyrannidae* foram as mais representativas, corroborando os estudos de Basler, Müller e Petry (2009), Jesus e Monteiro-Filho (2007), Pascotto (2007) e Begnini (2011). Na família *Thraupidae*, que inclui as saíras, saís, tiês e sanhaços, algumas espécies possuem hábito arborícola, ocorrendo mais nas bordas dos fragmentos e também em áreas semiabertas, alimentam-se essencialmente de frutos, néctar e insetos (SIGRIST, 2009). Os tiranídeos por sua vez, apesar da maioria possuir dieta predominantemente insetívora, muitas tem sua dieta baseada também em frutos, dispersando grande quantidade de sementes, sendo considerados principais dispersores de sementes em áreas abertas ou alteradas, auxiliando na recuperação de áreas degradadas (MELO, 1997; VICENTE, 2008). Cerca de 99% dos frutos de mandibulados pelas aves foram engolidos ou carregados no bico para longe da planta matriz, revelando um maior potencial de dispersão de suas sementes. Isso pode ser explicado pelo seu pequeno tamanho, facilitando o consumo sem a necessidade de mandibulação para aves de menor porte e com bicos mais estreitos, tais como o saí-

azul (*Dacnis cayana*) (ATHIÊ; DIAS, 2012).

Das cinco espécies mais frequentes, o sabiá-poca (*T. amaurochalinus*) foi considerado importante dispersor das sementes de capororoca, pois, além de frequentemente visitar as plantas, a ave consumiu em média mais de 21 frutos a cada visita realizada, uma das maiores médias registradas no presente estudo. Em um estudo no interior do estado de São Paulo, Pascotto (2007) e, mais recentemente, Begnini (2011) em Santa Catarina, também registraram maiores valores na frequência das visitas desta espécie de ave. O fato de que aves como *T. amaurochalinus* apresentarem altas frequências de visita e grande número de frutos consumidos por visita, reforça a ideia da sua importância como dispersor de *M. coriacea*, visto que essas variáveis definem o componente quantitativo no modelo de efetividade de dispersão de sementes (SCHUPP; 1993; SCHUPP; JORDANO; GÓMEZ, 2010).

Fenologia da Frutificação

Foram encontrados indivíduos de *M. coriacea* em frutificação (considerando frutos verdes e maduros) durante 12 dos 17 meses de observação. Begnini (2011) também registrou uma produção de frutos semelhante, que permaneceu contínua durante os 13 meses de amostragem. Produzir frutos durante muitos meses, às vezes até de forma contínua, pode ser uma estratégia adotada por muitas espécies vegetais para a manutenção da fauna dispersora de sementes (CONCEIÇÃO; FUNCH; PIRANI, 2007).

Outros trabalhos corroboram dados encontrados para a fenologia da frutificação de *M. coriacea* para a região do PAESF. Lorenzi (1992) indica que o período de floração ocorre entre os meses de maio e junho e os frutos maduros aparecem entre os meses de outubro a dezembro e, segundo Carvalho (2003), no estado de Santa Catarina os frutos maduros ocorrem no mês de novembro.

Apesar de não terem sido correlacionadas com as variáveis climáticas por problemas logísticos na obtenção dos dados, a fenofase de frutos maduros esteve presente nos meses onde são registradas as maiores temperaturas para a região do PAESF (FATMA, 2010). Em uma área de mata ciliar próxima, dentro do PAESF, Cascaes (2012) avaliou a fenologia reprodutiva de 51 espécies vegetais, encontrando uma sazonalidade para a fenofase de frutos maduros, porém não encontrando uma correlação com as variáveis climáticas. No estudo de Bauer et al. (2012), no estado do Rio Grande do Sul, os autores encontraram uma correlação positiva entre a fenofase de frutos maduros e as variáveis climáticas temperatura e fotoperíodo, indicando a presença de frutos maduros nos meses mais quentes do ano.

Distribuição espacial e sombra de sementes

A distribuição agregada apresentada pelos indivíduos de *M. coriacea* mapeados no presente estudo também foi encontrada por Soboleski et al. (2015) que avaliaram o padrão de distribuição espacial de 19 espécies, e *M. coriacea* apresentou maior valor de agregação que as demais espécies. Um padrão de distribuição agregado também foi encontrado em *M. umbellata* por Rode et al. (2010). O padrão de distribuição espacial agregado pode ser característico de espécies com dispersão zoocórica encontradas em regiões de climas subtropicais (SOBOLESKI et al., 2015). Na ornitocoria, há uma tendência da dispersão ocorrer em locais onde as aves permanecem, como ninhos e poleiros, contribuindo para a formação de agregados (URBANETZ et al., 2003; SOBOLESKI et al., 2015).

Uma característica da espécie *M. coriacea* é formar capoeiras com muitos indivíduos, os chamados *Myrsinietum*, em áreas que apresentam poucas espécies arbóreas e um baixo índice de diversidade (SIMINSKI et al., 2004), hábito que foi constatado em campo no presente estudo.

O padrão da sombra de sementes também foi agregado, visto que dos 3.389 propágulos encontrados na sombra de sementes, 3.331 (98 %) foram coletados nos coletores sob as copas de *M. coriacea*, e os demais (58 propágulos) foram coletados em coletores que não estavam próximos da planta. Estudando a chuva de sementes sob indivíduos femininos e masculinos de *M. coriacea*, Begnini (2011) encontrou mais de 80 % dos propágulos (considerando várias espécies) nesses locais. Segundo Wilms e Kappelle (2006) e Herrera e Garcia (2009), plantas isoladas recebem maior deposição de sementes em comparação a locais sem plantas. Um fato que pode explicar a sombra de sementes agregada é que algumas espécies de ave permanecem na planta por muitos minutos à procura de proteção, sombra, repouso e/ou alimento, sendo que, neste último, podendo consumir grande quantidade de frutos, acabando por defecar sob a planta matriz (TOH; GILLESPIE; LAMB, 1999; PAUSAS et al., 2006; HERRERA; GARCIA, 2009). Neste estudo, por exemplo, foi registrada um evento de consumo pela espécie *P. sulphuratus* (bem-te-vi), que durou 33 minutos, onde a ave consumiu 142 frutos inteiros. Alimentando as aves em cativeiro com frutos da capororoca, foi esse o tempo médio para defecação das primeiras sementes pela mesma espécie em questão (observação pessoal).

5 | CONCLUSÃO

A área em regeneração natural do Parque Estadual da Serra Furada apresentou uma fauna de aves consumindo os frutos de *M. coriacea* semelhante aos demais estudos com esta espécie pioneira.

A maioria das aves registradas é comum em áreas abertas e a dieta

predominante foi de onívoros e frugívoros. Quanto ao comportamento de consumo, a maioria dos frutos foram engolidos inteiros.

T. amaurochalinus (sabiá-poca), assim como em outros estudos, foi considerado importante dispersor de capororoca, sugerindo futuros estudos com enfoque no componente qualitativo no estudo da efetividade de dispersão de sementes, que aborda questões como o tratamento dado à semente pelo frugívoro e os locais de deposição dessas sementes.

Outras espécies, como *Elaenia* spp. e *V. chivi*, também foram consideradas importantes no processo de dispersão dos frutos de *M. coriacea*, por apresentarem elevada frequência de visitas, o que já vem sendo discutido por muitos autores.

Em relação à fenologia da frutificação, a população de capororoca estudada revelou comportamento fenológico semelhante à literatura, sendo encontrados frutos maduros nos meses mais quentes, e frutos verdes em quase todos os meses do ano, o que é muito importante para a manutenção dos frugívoros nessas áreas.

Tanto a distribuição espacial dos indivíduos de *M. coriacea*, quanto a sombra de sementes gerada pelos dispersores apresentaram um padrão agregado, semelhante ao encontrado em outros estudos realizados na Mata Atlântica.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA-NETO, M.; CAMPASSI, F.; GALETTI, M.; JORDANO, P.; OLIVEIRA-FILHO, A. Vertebrate dispersal syndromes along the Atlantic forest: broad-scale patterns and macroecological correlates. **Global Ecology and Biogeography**, v. 17, p. 503-513, 2008.
- ATHIÊ, S; DIAS, M. M. Frugivoria por aves em um mosaico de Floresta Estacional Semidecidual e reflorestamento misto em Rio Claro, São Paulo, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**. v. 26, n. 1, p. 84 – 93. 2012.
- BASLER, A. B.; MÜLLER, E. S.; PETRY, M. V. Frugivory by birds in *Myrsine coriacea* (Myrsinaceae) inhabiting fragments of mixed Araucaria Forest in the Aparados da Serra National Park, RS, Brazil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 17, n. 2, p.113-120, 2009.
- BAUER, D.; GOETZ, M. N. B.; MÜLLER, A.; SCHMITT, J. L. Fenologia de três espécies de *Myrsine* L. em Floresta Secundária Semidecídua no sul do Brasil. **Revista Árvore**, v. 36, n. 5, p. 859 – 868, 2012.
- BEGNINI, R. M. **Chuva de sementes, dispersores e recrutamento de plântulas sob a copa de *Myrsine coriacea*, uma espécie arbórea pioneira no processo de sucessão secundária da Floresta Ombrófila Densa**. 2011. 109 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.
- BENCKE, C. S. C.; MORELLATO, L. P. C. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n. 3, p. 269-275, 2002.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. 2 ed. Brasília, DF: EMBRAPA, 2003. 627p.
- CASCAES, M. F. **Fenologia reprodutiva e sistemas de polinização e dispersão em formação florestal ribeirinha no Parque Estadual da Serra Furada, Orleans, SC**. Dissertação (Mestrado em

Ciências Ambientais) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2012.

CASTRO, E. R.; GALETTI, M. Frugivoria e dispersão de sementes pelo Lagarto Teiú *Tupinambis merianae* (Reptilia: Teiidae). **Papéis avulsos de zoologia**, v. 44, n. 6, p. 91-97, 2004.

CONCEIÇÃO, A. A.; FUNCH, L. S.; PIRANI, J. R. Reproductive phenology, pollination and seed dispersal syndromes on sandstone outcrop vegetation in the “Chapada Diamantina”, northeastern Brazil: population and community analyses. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, n. 3, p. 475 – 485, 2007.

CORLETT, R. T. **Frugivory and seed dispersal in degraded tropical east Asian landscapes**. In: LEVEY D. J.; SILVA, W. R.; GALETTI, M. Seed dispersal and frugivory: ecology, evolution and conservation. CAB International, 2002.

FLEMING, T. H.; KRESS, W. J. A brief history of fruits and frugivores. **Acta Oecologica**, p. 1-10, 2011.
FLORA DO BRASIL. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> >. Acesso em: 18 Dez. 2017

FREITAS, M. F.; KINOSHITA, L. S. *Myrsine* (Myrsinoideae-Primulaceae) no sudeste e sul do Brasil. **Rodriguésia**, v. 66, n. 1, p. 167-189, 2015.

GALETTI, M.; DONATTI, C. I.; PIZO, M. A.; GIACOMINI, H. C. Big fish are the best: Seed dispersal of *Bactris glaucescens* by the Pacu fish (*Piaractus mesopotamicus*) in the Pantanal, Brazil. **Biotropica**, v.40, n.3, p.386-389, 2008.

GALINDO-GONZALÉZ, J. Dispersión de semillas por murciélagos: su importancia en la conservación y regeneración del bosque tropical. **Acta Zool.** v. 73, p. 57–74, 1998.

HERRERA, C. M.; PELLMYR, O. **Plant-animal interactions: an evolutionary approach**. Massachusetts: Blackwell Publishers. 2002, 313 p.

HERRERA, J. M.; GARCÍA, D. The role of remnant trees in seed dispersal through the matrix: Being alone is not always so sad. **Biological Conservation**, v. 142, p. 149 – 158, 2009.

HOWE, F. H.; SMALLWOOD, J. Ecology of seed dispersal. **Ann Ver. Ecol. Syst.** v. 13, p. 201-228, 1982.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira: Manuais técnicos em geociências**. 2ª ed. Rio de Janeiro.2012, p. 271.

JESUS, S.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Frugivoria por aves em *Schinus terebinthifolius* (Anacardiaceae) e *Myrsine coriacea* (Myrsinaceae). **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 15, n. 4, p. 585-591, 2007.

JORDANO, P. Fruits and frugivory. In: FENNER, M. **Seeds: The ecology of regeneration in plant communities**. (2 Ed.) CABI Publishing, Wallingford, UK, 2000. 125-166 p.

JORDANO, P., GALETTI, M.; PIZO, M. A.; SILVA, W. S. **Ligando Frugivoria e Dispersão de sementes à biologia da conservação**. In: DUARTE, C. F., BERGALLO, H. G., DOS SANTOS, M. A. Biologia da conservação: essências. Editorial Rima, São Paulo, Brasil, 2006. 436 p.

LEVEY, D. J.; SILVA, W. R.; GALETTI, M. **Seed dispersal and frugivory: Ecology, evolution and conservation**. CABI Publishing, Oxon, England, 2002, 511 p.

LOISELLE, B. A.; BLAKE, J. G. **Potential consequences of extinction of frugivorous birds for shrubs of a tropical wet forest**. In: LEVEY, D. J.; SILVA, W. R.; GALETTI, M. Seed dispersal and

frugivory: Ecology, evolution and conservation. CABI PUBLISHING, OXON, ENGLAND, 2002. 397-406 p.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil** (2 Ed.). Nova Odessa: Editora Plantarum, SP, 1992. 352 p.

MELO, V.A. **Poleiros artificiais e dispersão de sementes por aves em uma área de reflorestamento, no estado de Minas Gerais**. 1997. 39f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

MOERMOND, T. C, DENSLOW, J. S. Fruit choice in neotropical birds: effects of fruit type and accessibility on selectivity. **Journal of Animal Ecology**, v. 52, p. 407 – 420, 1983.

MOREIRA-LIMA, L. **Aves da Mata Atlântica: riqueza, composição, status, endemismos e conservação**. 2013. 51 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MORELLATO, L. P. C.; TALORA, D. C.; TAKAHASI, A.; BENCKE, C. C.; ROMERA, E. C.; ZIPPARRO, V. B. Phenology of atlantic rain forest trees: a comparative study. **Biotropica**, v. 32, n. 4b, p. 811-823, 2000.

PASCOTTO, M. C. *Rapanea ferruginea* (Ruiz & Pav.) Mez. (Myrsinaceae) como uma importante fonte alimentar para aves em uma mata de galeria no interior do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.24, n. 3, p. 735-741, 2007.

PINESCHI, R. B. Aves como dispersores de sete espécies de *Rapanea* (Myrsinaceae) no maciço de Itatiaia, estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais. **Ararajuba**, v.1, p. 73-78, 1990.

PIZO, M. A. Frugivory and habitat use by fruit-eating birds in a fragmented landscape of southeast Brazil. **Ornitologia Neotropical**, v. 15, p. 117-126, 2004.

PRIMACK, R.; CORLETT, R. **Birds: linkages in the rain forest community** -Tropical rain forests: an ecological and biogeographical comparison. Blackwellpublishing. Malden, MA, USA, 2005. 133-177 p.

REMOR, R. **Regeneração natural em blocos experimentais de *Mimosa scabrella* BENTH. (Bracatinga): Subsídios para recuperação de áreas degradadas pela mineração de carvão a céu aberto no sul do estado de Santa Catarina, Brasil**. 2004. 109 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2004.

RIBEIRO, M. C; METZGER, J. P; MARTENSEN, A. C; PONZONI, M. M. H. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1141 – 1153, 2009.

RODE, R; FILHO, A. F; MACHADO, S. A; GALVÃO, F. Análise do padrão espacial de espécies e de grupos florísticos estabelecidos em um povoamento de Araucaria angustifolia e em uma floresta ombrófila mista no centro-sul do paraná. **Floresta**, v. 40, n. 2, p. 255 – 268, 2010.

ROSA, Da B. B. 2011. **Interações entre abelhas (Hymenoptera, Apidae) e plantas em área de regeneração natural em floresta ombrófila densa montana, no sul de Santa Catarina**. 2011. 74 f. Monografia (Ciências Biológicas - Bacharelado) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2011.

SCHUPP, E. W.; JORDANO, P.; GÓMEZ, J. M. Seed dispersal effectiveness revisited: a conceptual review. **New Phytologist**, n. 188, p. 333-353, 2010.

SCHUPP, E.; W. Quantity, quality and the effectiveness of seed dispersal by animals. **Vegetatio**, v. 107/108, p. 15-29, 1993.

SIGRIST, T. **Guia de campo – Aves do Brasil Oriental**. Avis Brasiliis, São Paulo, 2007, 448p.

SIMINSKI, A.; MANTOVANI, M.; REIS, M. S.; FANTINI, A. C. Sucessão florestal secundária no município de São Pedro de Alcântara, litoral de Santa Catarina: Estrutura e diversidade. **Ciência Florestal**, v. 14, n. 1, p. 21-33, 2004.

SNOW, D. W. Evolutionary aspects of fruit-eating by birds. **Ibis**, v. 113, n. 2, p. 194 – 202, 1971.

SOS MATA ATLÂNTICA/INPE (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS). **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica, período de 2005 a 2008**. FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA: São Paulo, 156p. 2009.

SOS MATA ATLÂNTICA/INPE (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS) 2017. **Estudo inédito traça panorama da regeneração florestal na Mata Atlântica**. Disponível em:<<https://www.sosma.org.br/105842/estudo-inedito-traca-panorama-da-regeneracao-florestal-na-mata-atlantica>>. Acesso em: 01/02/2017.

TRAVESET, A., ROBERTSON, A. W.; RODRÍGUEZ, J. **A review on the role of endozoochory on seed germination**. In: DENNIS, A. J., SCHUPP, E. W.; GREEN, A. J.; WESTCOTT, D. A. Seed Dispersal: Theory and its Application in a Changing World. CABI International, Wallingford, UK, p. 78–103, 2007.

VERDÚ, M; TRAVESET, A. Bridging meta-analysis and the comparative method: a test of seed size effect on germination after frugivore's gut passage. **Oecologia**, v. 138, n. 3, p. 414-418, 2004.

VICENTE, R. **Avifauna E Dispersão De Sementes Com Uso De Poleiros Artificiais Em Áreas Reabilitadas Após Mineração De Carvão A Céu Aberto, Siderópolis, Sul De Santa Catarina**. 2008. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2008.

WENNY, D. G.; LEVEY, D. Directed seed dispersal by beebirds in a tropical cloud forest. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.95, p. 6204-6207, 1998.

WILMS, J. J. A. M; KAPPELLE, M. Frugivorous birds, habitat preference and seed dispersal in a fragmented Costa Rican Montane Oak Forest Landscape. **Ecological Studies**, v. 185, p. 309-324, 2006.

WUNDERLE, J. R. J. M. The role of animal seed dispersal in accelerating native forest regeneration on degraded tropical lands. **Forestry Ecology and Management**, v. 99, p. 223–235, 1997.

GERMINAÇÃO DE ESPÉCIE NATIVA COM APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS COMO METODOLOGIA DE ENSINO

Data de aceite: 21/11/2019

Letícia Queiroz de Souza Cunha

Secretaria de Educação do Estado de Mato Grosso – SEDUC, Matupá-MT

Lúcia Filgueiras Braga

UNEMAT, Laboratório de Ecofisiologia e Propagação de Plantas, Alta Floresta – MT

Givanildo Sousa Gonçalves

Instituto Federal de Mato Grosso – IFMT, Confresa-MT

RESUMO: Abordar práticas pedagógicas na atualidade não se trata apenas de trabalhar questões referentes à aprendizagem, relaciona-se também com valores humanos, tais como, solidariedade, trabalho em equipe e respeito com outros indivíduos e com o ambiente. O trabalho descreve a utilização de experimento envolvendo espécie vegetal nativa e utilização de resíduos como metodologia para a disciplina de biologia no ensino médio público do interior de Mato Grosso, Brasil. Os métodos reproduzidos para superação da dormência de sementes, emergência e crescimento de Biribá (*Rollinia mucosa*) em diferentes substratos com resíduos de castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*) permitiram trabalhar conteúdos previstos no currículo e acessar o conhecimento científico de forma prática. A condução de

experimento com teste de hipóteses e utilização de método científico permitiu que os alunos colocassem em prática o “aprender a fazer”, internalizando conceitos, problematizações, encontrando soluções e também “aprender a ser” com o desenvolvimento da autonomia, independência, interação com o ambiente e sua valorização, além de permitir o despertar para o empreendedorismo por meio da construção de um modelo de negócio. Os alunos vivenciaram as etapas do método científico ativamente, com responsabilidade, participação e espírito de equipe. A atividade prática estimulou a curiosidade tornou o ambiente mais prazeroso e colaborativo, se mostrando metodologia viável para trabalhar conteúdos previstos no currículo de biologia e alcançar as competências e habilidades previstas na Base Nacional Comum Curricular para o ensino médio.

PALAVRAS-CHAVE: Experimentação; Popularização da ciência, Substratos orgânicos, Biribá, castanha-do-Brasil.

GERMINATION OF NATIVE SPECIES WITH THE USE OF ORGANIC RESIDUES AS A METHODOLOGY OF EDUCATION

ABSTRACT: Pedagogical practices today is not only about working on learning issues, it is also about human values, such as solidarity, teamwork and respect for other individuals

and the environment. This work describes the use of an experiment involving native plant species and the use of residues as a methodology for biology discipline in public high school in the interior of Mato Grosso, Brazil. The methods reproduced to overcome seed dormancy, emergence and growth of Biribá (*Rollinia mucosa*) on different substrates with residues of Brazil nuts (*Bertholletia excelsa*) allowed to work contents in the curriculum and to access scientific knowledge in a practical way. The an experiment with test of hypotheses and use of scientific method allowed the students to put into practice the "learning to do", internalizing concepts, problematizations, finding solutions and also "learning to be" with the development of autonomy, independence, interaction with the environment and its valorization, besides allowing the awakening to the entrepreneurship through the construction of a business model. The practical activity stimulated the curiosity, once the environment more pleasant and collaborative, feasible methodology to work contents predicted in the curriculum of biology and to reach the skills and abilities provided in the Common National Curriculum Base for high school.

KEYWORDS: Experimentation; Popularization of science, Organic substrates, Biribá, Brazil nuts.

1 | INTRODUÇÃO

Abordar práticas pedagógicas na atualidade não se trata apenas de trabalhar questões referentes à aprendizagem, relaciona-se também com valores humanos, tais como, solidariedade, trabalho em equipe e respeito com outros indivíduos e com o ambiente. Desta forma, é de grande importância que esses valores estejam incluídos na unidade escolar e que componham os currículos escolares. O principal responsável pela mediação do processo de ensino e aprendizagem é o professor, o qual media situações através da escolha de estratégias que demandem do aluno atitude de investigação e independência intelectual, exigindo sua capacidade de buscar e analisar dados, propor, organizar e testar hipóteses e avaliar resultados (KRASILCHIK, 2011). Neste contexto a capacidade de buscar formas diferenciadas de apresentação do conteúdo deve ser constantemente aperfeiçoada pelos professores (SANTOS, 2012) que ao escolherem a metodologia devem levar em consideração o conteúdo a ser trabalhado, tempo e recursos disponíveis (KRASILCHIK, 2011).

Os projetos de pesquisa envolvendo experimentação possibilitam, ao aluno participante, maior envolvimento com a experiência educativa, ampliando a construção do conhecimento e obtendo na prática maior aprendizagem de assuntos diversos (CARMO e SCHIMN, 2008). A metodologia da experimentação é uma modalidade pedagógica que proporciona aos alunos colocar em prática hipóteses e ideias sobre fenômenos naturais ou tecnológicos que estão presentes em seu cotidiano.

A experimentação possui potencial para despertar o interesse do aluno e

melhorar a compreensão dos fenômenos, tornando-se um espaço de organização, discussão e reflexão, a partir de modelos que representem o real. Neste espaço, por mais simples que seja a experiência, ela se torna rica ao revelar as contradições entre o pensamento do aluno, o limite de validade das hipóteses levantadas e o conhecimento científico (CARMO e SCHIMN, 2008). Nesse contexto, a metodologia em questão, pode facilitar o entendimento da teoria e atender as competências e habilidades da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o Ensino Médio, cuja área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias “trata da investigação como forma de engajamento dos estudantes na aprendizagem de processos, práticas e procedimentos científicos e tecnológicos, e promove o domínio de linguagens específicas, o que permite aos estudantes analisar fenômenos e processos, utilizando modelos e fazendo previsões. Dessa maneira, possibilita aos estudantes ampliar sua compreensão sobre a vida, o nosso planeta e o universo, bem como sua capacidade de refletir, argumentar, propor soluções e enfrentar desafios pessoais e coletivos, locais e globais” (BRASIL, 2019).

A Nova visão desse ensino deverá incluir uma maior comunicação entre escola e comunidade envolvendo os alunos na discussão de problemas que estejam vivendo e fazem parte da sua própria realidade (KRASILCHIK, 2011). Para trabalhar Botânica, a experimentação utilizando plantas nativas e resíduos orgânicos, é alternativa viável na busca pela aprendizagem significativa, contribuindo para popularização da ciência e promoção do aproveitamento sustentável do patrimônio biológico.

O artigo relata a condução de experimento, envolvendo espécie vegetal nativa e utilização de resíduos, desenvolvido com alunos da segunda série do ensino médio regular de uma escola localizada no interior do estado de Mato Grosso. A apresentação do material e método é feita na sequência e por fim são apresentadas e comentadas as etapas e análises dos resultados da aprendizagem dos alunos com base no desenvolvimento das atividades.

2 | MATERIAL E MÉTODO

O presente trabalho foi realizado junto aos alunos do segundo ano do ensino médio da Escola Estadual Jardim das Flores, município de Matupá-MT. A proposta de trabalho passou pela aprovação da equipe gestora, Conselho deliberativo escolar e Conselho de ética (registro CAAE: 54123216.0.0000.5166, de 20/04/2016), Quadro 1.

A espécie nativa utilizada foi o biribazeiro (*Rollinia mucosa* Jacq., Annonaceae, sinonímia botânica *Annona mucosa*), sendo empregado no texto o nome científico *R. mucosa*, devido a denominação *A. mucosa* ter sido adotada recentemente, e muitas

referências disponíveis utilizarem a nomenclatura anterior, o que facilitou a pesquisa dos alunos.

O projeto foi desenvolvido fora do turno de aula, com a participação de 23 alunos. No primeiro encontro, antes de iniciar as atividades, 20 alunos responderam a um questionário de pré-teste com questões de múltipla escolha abordando conteúdos que seriam trabalhados no decorrer das atividades e, ao final um pós-teste (com as mesmas questões do pré-teste), para verificar se houve ampliação do vocabulário científico durante a execução do projeto.

A análise realizada se baseou em registros fotográficos, relatos individuais e testes escritos (pré e pós-teste). Os dados quantitativos obtidos nos testes foram organizados em gráficos utilizando o programa Microsoft Office Excel 2007.

Etapa 1 (2 encontros)	Local: Laboratório de Ciências
CONTEÚDOS: Reino Vegetal: Briófitas, Pteridófitas; Gimnospermas, Angiospermas.	
OBJETIVOS: Recordar as principais características dos representantes do Reino Metaphyta; Diferenciar morfológicamente as angiospermas monocotiledôneas e Eudicotiledôneas.	
Metodologia	
<p>- Aula expositiva dialogada – Questionamentos sobre aspectos abordados na aula expositiva para promover a participação dos alunos (Quais as características comuns dos seres que compõem o Reino Metaphyta?; Qual a importância das plantas angiospermas para a humanidade?)</p> <p>- Aula prática1: Monocotiledôneas e Eudicotiledôneas: características distintas. Observação e manipulação de representantes dos dois grupos. Debate sobre as características e ilustração das estruturas no caderno.</p>	
Etapa 2 (5 encontros)	Locais: Laboratório de Ciências, Chácara Recanto dos Ipês, Viveiro de mudas.
CONTEÚDOS: Taxonomia e sistemática. Morfologia do fruto, semente, raiz e folha.	
OBJETIVOS: Reforçar as regras de nomenclatura dos seres vivos e sua importância para a ciência; Estudar a morfologia do fruto, semente e raiz.	
Metodologia	

- Aula prática 2: Morfologia do fruto, semente e raiz de *R. mucosa* com representação em forma de ilustração.

A partir de questionamentos sobre o tipo de fruto, semente e raiz, utilizando a técnica de tempestade de ideias, registrar-se-á o relato aleatório dos alunos. Pesquisa na internet sobre o assunto e mesa redonda para debate das informações obtidas.

- Aula de campo – Identificação e observação “*in loco*” de plantas adultas. Confeção e fixação de placas de identificação para as árvores encontradas em propriedade rural.

- Aula prática 3: Morfologia da folha - Utilização da técnica da impressão: consiste em colocar uma folha de papel sobre o limbo da folha e passar o grafite a fim de registrar as formas da folha); confecção de lâmina de microscopia: utilizando cola de secagem rápida, obter um molde da face adaxial e abaxial da folha, observar ao microscópio as estruturas visualizadas (nervuras, tricomas, estômatos e demais células epidérmicas) e ilustrar o que for observado, registrando o aumento utilizado.

- Aula prática 4: Características biométricas das sementes - dividir os alunos em grupos e realizar medidas biométricas de 50 sementes (comprimento, largura e espessura). Registrar os valores mínimo, máximo e a média.

Debate a partir do questionamento: Na produção de frutos para comercialização da polpa, qual a importância da biometria das sementes?

- Debate sobre a função das sementes para as plantas.

- “Preparo” dos sacos de polietileno com substrato para o transplante de mudas.

- Aula prática 5: Morfologia das raízes - ilustração da raiz com identificação das suas partes e respectiva(s) função (ões).

Etapa 3 (5 encontros)	Local: Laboratório de Ciências
------------------------------	---------------------------------------

CONTEÚDOS: Reprodução vegetal; Germinação; Dormência.

OBJETIVOS: Trabalhar conceito de reprodução sexuada, germinação e dormência; Utilizar a experimentação como estratégia de ensino-aprendizagem e popularizar o conhecimento produzido na Universidade.

Metodologia

- Debate sobre aspectos da reprodução sexuada das plantas utilizando os questionamentos: Todas as sementes, produzidas na mesma época, germinam ao mesmo tempo? Por quê?

- Pesquisa na internet sobre dormência de sementes e métodos de superação da dormência. Registro das informações e socialização dos resultados.

- Montagem de Experimento para avaliação do método de hidratação + estratificação das sementes (para superação da dormência) em três períodos de tempo (14, 21 e 28 dias):

Hipóteses:

I) A hidratação + estratificação constitui método eficiente para promover a superação da dormência fisiológica desta espécie?

II) O período de estratificação influencia o resultado da germinação da espécie estudada?

Metodologia: Colocar 300 sementes em 1 litro de água potável por 48 horas (para hidratação). Após este período, secar as sementes superficialmente sobre bancada e tratar com fungicida. Estratificar entre duas camadas de areia grossa 25 sementes; utilizar baldes de capacidade 3,6 litros e com furos no fundo para drenagem. Irrigar a areia com água suficiente até a máxima retenção. Manter os 12 baldes em espaço coberto da escola e irrigá-los em dias alternados durante 28 dias. Aos 14, 21 e 28 dias após a montagem do experimento, retirar manualmente as sementes de cada quatro baldes. Mensurar o comprimento das raízes de todas as plântulas produzidas. Calcular a porcentagem de germinação.

- Ilustrar as plântulas e identificar as estruturas da morfologia externa.

- Debate sobre o significado das terminologias “germinação” e “dormência”, sobre estruturas morfológicas e aspectos básicos da estatística, a partir de questionamentos (O que é germinação? Os métodos utilizados possibilitaram a superação da dormência? Qual a primeira estrutura que surgiu? Por que são necessárias repetições?)

Etapa 4 (2 encontros)	Local: Laboratório de Ciências
CONTEÚDOS: Substratos: definição, características ideais para o desenvolvimento das plantas, mistura de resíduos orgânicos como substrato. Características físicas – densidade e máxima retenção.	
OBJETIVOS: Ampliar a compreensão do aluno sobre o conceito de substrato, densidade e máxima retenção e vivenciar as etapas do método científico; Fomentar atitudes que minimizem os impactos causados pela atividade antrópica.	
Metodologia	
<p>- Debate baseado nas perguntas: E a gora onde colocar as sementes? Por quê?</p> <p>- Pesquisa na internet sobre conceito biológico de substrato e resíduo orgânico, características de um substrato ideal, vantagens de utilizar resíduo como substrato. Socialização dos resultados.</p> <p>- Aula prática 6: Preparo das composições de substratos a serem avaliados para germinação e desenvolvimento inicial de <i>R. mucosa</i>:</p> <p>SO1 (casca de castanha do Brasil + casca de arroz carbonizada – 3:7),</p> <p>SO2 (casca de castanha do Brasil + esterco equino – 3:7),</p> <p>SO3 (casca de castanha do Brasil + casca de café + esterco equino – 1:1:1), testemunha - substrato comercial.</p> <p>- Debate sobre o conceito de proporção e importância da testemunha para a experimentação.</p> <p>- Aula prática 7: Determinação da densidade ($d = m/v$) e máxima retenção de água dos substratos</p> <p>- Debate sobre a importância da densidade e capacidade de retenção de água de um substrato para a germinação e o desenvolvimento das plantas.</p> <p>Teste de Hipóteses:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. A germinação e/ou o crescimento da plântula é diferenciado de acordo com o substrato utilizado, 2. É possível substituir um substrato comercial utilizando um resíduo da exploração da castanheira na formulação de um substrato orgânico. 	
Etapa 5 (5 encontros)	Local: Laboratório de Ciências
CONTEÚDOS: Emergência e desenvolvimento inicial de <i>R. mucosa</i> em diferentes substratos a base de resíduos orgânicos.	
OBJETIVOS: Introduzir e desenvolver conceitos científicos e de experimentação (emergência, diâmetro, raiz primária e secundária, coleto, média, valor mínimo e máximo) com o objetivo de ampliar o vocabulário científico e demonstrar que para confirmar/refutar uma hipótese é necessário utilizar conhecimentos matemáticos, método científico como a utilização de parâmetros e variáveis, aleatoriedade e reprodutibilidade e ainda a estatística para comparar resultados.	
Metodologia	

Aula prática 8: Avaliação da germinação e desenvolvimento inicial da espécie em diferentes composições de substratos.

Metodologia: Colocar 160 sementes em 1 litro de água potável por 48 horas. Após este período, secar as sementes superficialmente sobre bancada e tratar com fungicida. Estratificar entre duas camadas de areia grossa 40 sementes. Utilizar baldes de capacidade 3,6 litros e com furos no fundo para drenagem. Irrigar a areia com água suficiente até a máxima retenção. Manter os quatro baldes em espaço coberto da escola e irrigá-los em dias alternados durante 10 dias, após retirar manualmente as sementes dos baldes e transferir para caixas plásticas com capacidade para 20 litros de substrato de forma a obter quatro repetições de 10 sementes. Cada caixa deve ser previamente preenchida com as composições de substratos a serem avaliadas (SO1, SO2, SO3 e Testemunha) manter as caixas em viveiro coberto com tela de sombreamento 50% e irrigar em dias alternados. Realizar o acompanhamento da emergência durante 30 dias.

Após 30 dias da emergência levar as caixas para o laboratório para contagem do número de folhas das plântulas e realização de medidas de comprimento de raiz, parte aérea e diâmetro do coleto utilizando paquímetro digital de precisão 0,01 mm.

Determinar os valores mínimo, máximo e média.

- Debater sobre a importância de cada variável analisada para a sobrevivência da muda em campo.
- A partir da comparação de resultados debater sobre o melhor substrato para a espécie *R. mucosa*.

Etapa 6 (3 encontros)	Local: Laboratório de Ciências
CONTEÚDOS: Importância alimentar e medicinal da <i>R. mucosa</i> .	
OBJETIVOS: Ampliar o conhecimento do potencial da espécie, valorização e consequente preservação.	
Metodologia	
<ul style="list-style-type: none"> - Pesquisas na internet para responder as perguntas: Qual a importância do estudo com espécies nativas? Qual a importância da planta <i>R. mucosa</i>? - Socialização das informações obtidas. - Confecção de folder, pelos alunos, sobre a espécie estudada utilizando o programa Microsoft Office Publisher. 	
Etapa 7 (1 encontro)	Local: Via de acesso público
CONTEÚDOS: Promoção da cidadania e Sensibilização da população	
OBJETIVOS: Valorizar o trabalho desenvolvido pelos alunos e promover a atuação cidadã dos mesmos.	
Metodologia	
<ul style="list-style-type: none"> - Distribuição dos folders e mudas da espécie <i>R. mucosa</i> à população, em Pitstop. 	
Etapa 8 (1 encontro)	Local: Laboratório de ciências
CONTEÚDOS: Incentivar o empreendedorismo e obtenção de renda com o reaproveitamento de resíduos na produção de mudas de <i>R. mucosa</i>	
OBJETIVOS: Incentivar o empreendedorismo, compreender o desenvolvimento de um modelo de negócio e explorar conceitos relacionados à sustentabilidade, patrimônio biológico e geração de renda dentro do cotidiano dos participantes.	
Metodologia	
<ul style="list-style-type: none"> - Apresentação do quadro de negócios Modelo CANVAS em banner - Preenchimento da estrutura do CANVAS pelos participantes. 	

Quadro 1. Etapas sequenciais das atividades.

3 | RESULTADO E DISCUSSÃO

O índice de acertos do pré-teste (antes da condução das atividades) foi inferior a 50% em todas as questões e, no pós-teste superou 90%. As perguntas abordavam assuntos referentes à identificação, morfologia e fisiologia da germinação da espécie estudada e fatores relacionados às características dos substratos testados.

A questão 1: “A imagem (disponível no endereço <http://www.oiyakaha.org/plants/fruitsp.html>) corresponde aos frutos de qual planta?” teve a finalidade de avaliar o reconhecimento visual do fruto do biribazeiro e seu nome científico. Verificou-se que antes de participarem do projeto apenas 30,4% assinalaram a resposta correta e após, mais de 95% acertaram, confirmando o que foi descrito por Hoernig e Pereira (2004), de que a construção do conhecimento através de observação e manipulação auxilia o aluno a compreender conceitos e resulta em aprendizado significativo. Contribui também para despertar o interesse pela planta através do conhecimento de seus aspectos agro-eco-florestais, visando a conservação e exploração/utilização racional da biodiversidade local.

Na sequência, a questão 2: “Observe novamente a imagem anterior, ela representa um fruto definido morfologicamente como?”, tratou da identificação do tipo morfológico do fruto a partir dos seus aspectos visuais. Responderam corretamente 34,8% dos alunos, os quais relataram desconhecer os termos presentes no teste e que suas respostas foram decorrentes de suposições, sem fundamento concreto. No pós-teste 100% dos alunos responderam assertivamente à questão, o que provavelmente está relacionado ao manuseio do fruto e a retirada da polpa das sementes realizada na Etapa 2 (Figura 1B-H), oportunizando a visualização “*in loco*” dos “gomos” ou “carpelos” que compõe a estrutura de um fruto carnoso composto (resultado da fecundação de uma inflorescência com flores muito próximas umas das outras, dispostas em torno de um eixo).

A questão 3: “Qual o conceito de espécie nativa?”, objetivou trabalhar o conceito teórico para “espécie nativa”, na qual se verificou que o número de acertos passou de 43,5% para 100%. A questão também pretendeu chamar a atenção para a origem das formas de vida que convivemos, com intuito de sensibilizar os alunos em relação à valorização das espécies nativas, assunto que, conforme Scherer et al. (2015) é escasso na educação formal. Esse termo carrega significados que auxiliam na compreensão da dinâmica do ecossistema, e pode contribuir para mudar a forma de pensar e agir no local onde se vive. A observação dos alunos, na aula de campo (Figura 1C), das plantas em seu ambiente natural, certamente colaborou com o entendimento do termo e resultou na assertividade ao responder o pós-teste.

A sistemática é a área da biologia que agrupa/separa os seres vivos segundo suas características. Todas as plantas possuem características em comum, agrupadas

no mesmo Reino, assunto abordado na questão 4: “As plantas estão agrupadas em qual Reino?”. Este conteúdo, apesar de abordado no ensino fundamental, computou apenas 39,1% de acerto pelos alunos no pré-teste. No pós-teste todos os alunos participantes assinalaram corretamente a resposta, o que pode ser atribuído ao contato direto com o objeto de estudo tornando o conteúdo real e o ambiente interativo favorecendo a aprendizagem (ARAÚJO, 2011).

As questões 5: “Qual estrutura representa o sucesso da reprodução sexuada das plantas espermatófitas?” e 7: “Observe a semente de uma angiosperma eudicotiledônea e assinale a alternativa que contém, respectivamente, a denominação correta das estruturas enumeradas”, foram formuladas com o intuito de identificar a forma pela qual angiospermas se reproduzem e denominar a estrutura responsável por este processo. A perpetuação de todas as formas de vida se dá pelo processo de reprodução que, para as plantas espermatófitas, é função da semente. No pré-teste foi registrado 21,7% e 13,0% de acertos, respectivamente. No pós-teste, em ambas as questões ocorreram 95,7% de acertos.

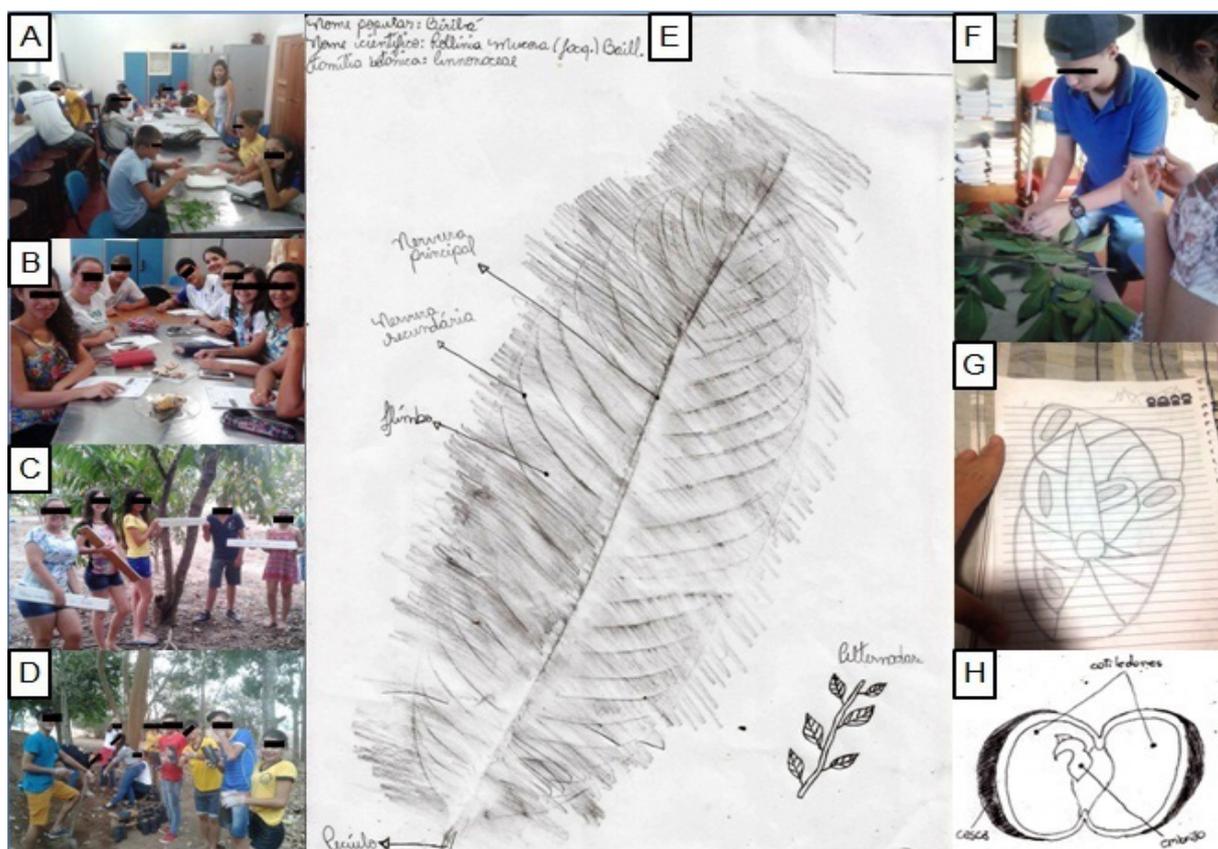


Figura 1. Registro da aula prática sobre monocotiledôneas e eudicotiledôneas durante a Etapa 1 (A); Etapa 2 - Observação de sementes e fruto (B); Identificação da planta em área rural (C); Transplante de mudas para sacos de polietileno (D); Ilustração e identificação das estruturas da folha (E); Confeção de lâminas das faces abaxial e adaxial da folha (F); Ilustração da estrutura da folha visualizada no microscópio (G); Ilustração da estrutura da semente de *Rollinia mucosa* (H). Foto: Arquivo pessoal.

Os alunos apresentaram maior dificuldade na identificação das estruturas que compõem a semente (Plúmula, Tegumento, Cotilédone, Caulículo e Radícula)

relatando que nunca ouviram esses nomes antes. Diante da assertiva superior a 95% para ambas as questões se concluiu que a atividade prática (Figura 1H) facilitou a assimilação dos conteúdos, corroborando com Silva (2008) de que “O ensino de botânica por meio do Método Científico possibilita ao aluno ser protagonista da sua aprendizagem, onde vivencia situações reais, decide, julga e conclui, desenvolvendo sua autonomia.”

A semente só cumpre seu papel na perpetuação da espécie se germinar. A germinação depende da sintonia entre processos físicos, químicos e biológicos para originar uma nova planta. Espécies nativas, como *R. mucosa*, em geral, possuem dormência, mecanismo que garante sua sobrevivência ao longo do tempo. O assunto em questão possui potencial para despertar a curiosidade dos alunos, ampliar o vocabulário científico e melhorar a compreensão de termos biológicos. Deste modo, foram elaboradas as questões 6, 8, 9, 10 e 11.

A questão número 6 elencou o conceito de classificação da germinação baseada na posição do cotilédone em relação ao nível do substrato. A questão 8 abordou o significado botânico da palavra germinação. Na questão 9, os principais fatores que interferem na germinação foram abordados. A questão número 10 trabalhou o conceito de dormência e a questão 11 versou a germinação a partir dos aspectos morfológicos.

No pré-teste o menor número de acertos ocorreu na questão 8 (13,0%), seguido das questões 10 e 11 (21,7%), 6 (30,4%) e 9 (39,1%). Proporcionar situações, que desenvolva nos alunos sua capacidade de produzir tecnologia, pode refletir na construção do conhecimento e empoderá-los no sentido de sempre aprender (RAABE et al., 2016), situação vivenciada pelos alunos no decorrer das atividades e que resultou em percentual de acertos acima de 90% no pós-teste. Segundo Chassot (2003) o ensino de botânica deve ocorrer com utilização de aulas práticas proporcionando momentos de reflexão sobre a relação da humanidade com o ambiente, que visualize os conteúdos além de sua simbologia e conceitos, estabelecendo contextualização com metodologias que interliguem teoria e prática.

A questão 12 trouxe a definição de substrato e tratou das características inerentes para considerá-lo ideal, como ser de fácil manejo, baixo custo, longa durabilidade, isento de fitopatógenos, disponível em grande quantidade, possuir propriedades físicas, químicas e biológicas que propiciem condições satisfatórias para a germinação das sementes, crescimento e florescimento das plantas.

Conhecer as características de um material é importante para utilizá-lo como substrato na produção de mudas, auxilia na percepção holística do aluno ao estabelecer conexão entre o meio biótico e abiótico, e aborda o fator econômico e logístico, obedecendo as orientações descritas por Chassot (2003) citadas no parágrafo anterior. O percentual de acertos na questão 12 passou de 34,8% para

91,3%, com a utilização da experimentação como metodologia.

A questão 13 abordou o motivo da utilização de diferentes materiais em substituição ao solo como necessidade de transportar as plantas de um lugar para outro ou a existência de fatores que limitam o cultivo intensivo no solo. A questão 14 elencou as vantagens da utilização de resíduos orgânicos derivados de outras atividades econômicas; complementação da renda das atividades que os geram e a redução dos problemas ambientais e de saúde gerados pelo descarte indevido. A diferença no número de acertos do pré-teste para o pós-teste foi de 60,9% e 69,6%, respectivamente para ambas as questões supracitadas. Entende-se que conforme já descrito por Scherer et al. (2015) trabalhar temáticas ambientais de forma interligada na educação básica é necessário para prover reflexões sobre a forma de utilização dos recursos naturais, sensibilizando o aluno, através do entendimento de causa e consequência, a fim de desenvolver sua criticidade e embasar suas decisões no enfrentamento de situações socioambientais.

A utilização das plantas como matéria prima é inerente à origem da humanidade. O conhecimento das potencialidades medicinais e a forma de utilização das plantas contribuem para sua valorização e consequente conservação e preservação, pois segundo Scherer et al. (2015) a preservação de qualquer espécie depende do conhecimento da população sobre ela. Com o intuito de divulgar as propriedades medicinais da espécie *R. mucosa* e ampliar o vocabulário científico, foi formulada a questão 15. Inicialmente 39,1% dos alunos assinalaram corretamente e ao final a mesma questão registrou 100% de acerto, atividade conduzida com a utilização de celulares e computadores conectados à internet, tecnologias digitais que, segundo Luiz e Sá (2016), potencializam o processo de ensino-aprendizagem ao desenvolver no aluno competências e habilidades, exigindo capacidade de aprender a aprender, trabalhar em equipe de forma colaborativa, entender a realidade social e atuar de forma crítica e utilizar a tecnologia na resolução de problemas.

Considerando as etapas e atividades, na etapa 1 realizou-se uma aula expositiva dialogada com uso de data show, sobre a classificação biológica das plantas, principais características e diferenças entre monocotiledôneas e eudicotiledôneas. No início os alunos se mostraram tímidos com pouca participação durante a apresentação dos conteúdos em slides, se manifestando apenas quando eram questionados pela professora. Quando realizada aula prática (experimentação), os alunos manipularam e observaram as características morfológicas de diferentes espécies de plantas e as classificaram como monocotiledôneas ou eudicotiledôneas. A participação melhorou ao manusearem as plantas, observando e desenhando suas características. A atividade prática estimulou a curiosidade tornou o ambiente mais prazeroso e colaborativo (Figura 1A-B).

Na etapa 2 aconteceram aulas práticas em campo e no laboratório. Na aula

de campo (Figura 1C), os alunos observaram a espécie *R. mucosa* e responderam oralmente as perguntas feitas pela professora em relação à importância do nome científico e às regras para sua escrita. Ao prepararem os recipientes para transplante das mudas (Figura 1D) comentários como “é a primeira vez que faço isso” surgiram entre eles. Observou-se que os alunos estavam motivados, participativos e receptivos às informações. As aulas no laboratório trataram da morfologia do fruto (Figura 1B), folha (Figura 1E), raiz e semente (Figura 1H). Houve participação ativa e espontânea dos alunos, os quais confeccionaram lâminas (Figura 1F) e ilustrações (Figura 1G), manipularam o microscópio, pesquisaram termos na internet e discutiram as informações em forma de mesa redonda.

O conceito de reprodução sexuada, germinação e dormência foram tratados na etapa 3, através de debate e experimento (Figura 2A). Os alunos responderam aos questionamentos da professora (Todas as sementes, produzidas na mesma época, germinam ao mesmo tempo? Por quê?) de maneira espontânea, porém foi observado que nenhum aluno tinha segurança na resposta, emitindo frases como “nunca ouvi essa palavra antes”. Após pesquisarem na internet socializaram as informações em forma de debate, criando um ambiente alegre e divertido, ao final houve registro, no caderno, das informações que consideraram importantes. Os alunos vivenciaram as etapas do método científico ativamente, com responsabilidade, participação e espírito de equipe.

Na etapa 4 a pergunta “E agora onde colocar as sementes? Porquê?” foi respondida com a frase “na terra, para ela conseguir sobreviver”. Após pesquisa na internet e debate em sala, os alunos compreenderam o conceito de substrato. Vincularam o termo “tratamento testemunha ou controle em um experimento” ao seu dia a dia ao responderem “para defender”, “para provar alguma coisa”. Realizaram cálculos de proporção, densidade e máxima retenção de água dos substratos com autonomia (Figura 2B), pesquisaram em sites na internet e debateram sobre as características de um bom substrato. A resposta dos alunos para a hipótese “A germinação e/ou crescimento da plântula é diferenciado de acordo com o substrato utilizado?” foi unânime “sim, porque depende dos nutrientes dele”. Quando questionados se “É possível substituir um substrato comercial, utilizando um resíduo da exploração da castanheira, na formulação de um substrato orgânico?” não houve uma única resposta, dentre elas “não, é muito resistente” ou “sim, se ela estiver triturada”. A abordagem estimulou os alunos para participarem da etapa 5, onde estas hipóteses foram testadas.

Na etapa 5 foram abordados conceitos de emergência, porcentagem de emergência, diâmetro de coleto, comprimento de raiz e parte aérea e número de folhas. Os alunos montaram o experimento (Figura 2C), mensuraram as características morfológicas (Figura 2D) e, após debate, compreenderam a importância dessas

informações para determinar qual composição de substrato testada propiciou melhores condições para o crescimento inicial de *R. mucosa*. No debate as respostas estavam voltadas para o fato “da muda estar maior e mais forte” e “aumentar as chances de sobrevivência na natureza”. Após organização e apresentação do conjunto de dados coletados, em discussão, os alunos concluíram que o melhor substrato para a emergência e o crescimento inicial de *R. mucosa* foi aquele composto por cascas de amêndoas de castanha-do-Brasil + esterco equino (3:7), seguido dos tratamento com cascas de amêndoas de castanha-do-Brasil + esterco equino + casca de café (1:1:1), substrato comercial Plantmax® e cascas de amêndoas de castanha-do-Brasil + casca de arroz carbonizada (3:7). Houve confirmação das hipóteses elencadas na etapa 4.



Figura 2. Avaliação da estratificação das sementes (A); Aula prática para determinação de diferenças na densidade e na retenção de água dos substratos utilizados (B); Montagem do experimento para verificar a influência dos substratos no desenvolvimento inicial da planta (C); Avaliação das plantas após 30 dias da emergência (D); Confeção de folders (E); Pit stop de entrega folders e mudas (F). Foto: Arquivo pessoal.

O conceito e a importância das espécies nativas e potencialidades de uso da espécie *R. mucosa* pela população foi trabalhada na etapa 6. A resposta da maioria dos alunos para espécie nativa foi: “planta de um determinado lugar” e quando a pergunta se referiu ao uso de *R. mucosa* a única indicação foi sua utilização como alimento. Após pesquisas na internet e debate do tema, os dados encontrados foram sintetizados pelos alunos e utilizados para confecção de folder de divulgação da espécie (Figura 2E). A utilização da tecnologia no planejamento das atividades pedagógicas pode contribuir para a formação de cidadãos críticos e reflexivos, segundo Mendes (2016), no projeto em questão resultou na ampliação

do conhecimento e desenvolvimento da visão holística do papel socioambiental e econômico da espécie.

Na etapa 7 os alunos exerceram sua cidadania. Abordaram a população na rua e distribuíram mudas e folders (Figura 2F), tornando público o trabalho desenvolvido e produzido em sala de aula, vivenciaram a atitude cidadã. Cada indivíduo colabora para o bem comum através de sua produção econômica, educacional e cultural e a educação cidadã, ao estimular a compreensão, tolerância, solidariedade e respeito para com seu semelhante e ambiente, contribui para o desenvolvimento de indivíduos conscientes e disseminadores de informações com potencial para tornar a sociedade mais justa, fraterna e igualitária (RAUCH, 2013).

Na etapa 8 o empreendedorismo dos alunos foi estimulado através do conhecimento e preenchimento do quadro de modelo de negócios (CANVAS) com o objetivo de elencar a possibilidade de complementação de renda através da produção de mudas. O CANVAS facilita a visualização das etapas de execução do projeto e aumenta as chances de sucesso (OSTERWALDER; PIGNEUR, 2011). Após ouvirem a sugestão os alunos ficaram, no primeiro momento pensativos, e depois, animados com a proposta, participaram ativamente dos questionamentos e do preenchimento do quadro. Ao preencher o CANVAS, os alunos conheceram as etapas importantes para o funcionamento de um negócio, desenvolvendo a capacidade de visualizar gastos, ganhos e riscos dentro de um cronograma a ser cumprido (Figura 3).

Ao final do projeto os alunos relataram que a metodologia aplicada facilitou a aprendizagem e os motivou a participarem das aulas, melhorando a compreensão do conteúdo abordado. Dentre os depoimentos dos alunos, citam-se “Aprender fazendo as coisas é melhor porque eu consigo entender mais”; “se não fosse assim nunca ia saber o que é plúmula, tegumento, nunca tinha ouvido isso antes”.

A proposta deste trabalho está de acordo com as orientações curriculares para a educação básica ao atender a ementa estabelecida para o nível médio, com integração/complementaridade e harmonização do ensino formal e não formal, possibilitando a contextualização, aplicação e associação de conceitos e conhecimentos “já aprendidos” com informações novas ao inserir materiais, métodos e vocabulário adotados no meio científico, permitindo uma percepção e compreensão mais eficiente, denominado de aprendizagem significativa, contribuindo para levar a sociedade o conhecimento gerado na academia, como forma de popularização da ciência.

O desenvolvimento do projeto gerou interesse e curiosidade entre os alunos não participantes, os quais abordavam seus colegas nos corredores, com questionamentos referentes às atividades desenvolvidas e pedidos ao professor responsável pelo projeto para que realizasse as atividades nos horários de aula, para que pudessem participar. O público cursista do ensino médio regular possui

idade entre 15 e 17 anos e a maioria, fora o horário regular de aulas, tem dedicação a alguma atividade no mercado de trabalho, fato que dificulta sua participação em atividades extracurriculares. Assim, realizar esta metodologia dentro da carga horária semanal, será alternativa para atingir todos os estudantes matriculados na unidade escolar e colaborar para a superação da dicotomia entre teoria e prática.

<p>Justificativa A questão ambiental está em pauta na mídia e preocupa a população em geral. O cultivo de plantas nativas com potencial alimentício, medicinal, ornamental e para recomposição de áreas florestais são opção de complemento de renda para a população local. Aliada a utilização de rejeitos de atividades extrativistas e da equideocultura contribui para minimizar os impactos gerados pelas atividades econômicas que os geram. A proposta em questão visa valorizar as espécies nativas e a utilização sustentável dos recursos naturais.</p>	<p>Produtos - Plantas de <i>Rollinia mucosa</i>; - Substratos orgânicos.</p>	<p>Stakeholders Externos - Comunidade em geral; - Proprietários de áreas rurais; - Viveiristas; - Fruticultores.</p>	<p>Premissas <i>Bertholletia excelsa</i> e <i>Rollinia mucosa</i> são espécies nativas do Brasil com ocorrência na Amazônia de importância econômica e ecológica, cujas características e usos fazem parte do dia a dia da população local; A produção de mudas de <i>Rollinia mucosa</i> é uma opção de complementação de renda para a comunidade local que fortalece sua utilização sustentável e promove sua valorização; Resíduos de cascas de amêndoas de castanheira e esterco equino depositados de forma inadequada geram problemas ambientais e de saúde pública.</p>	<p>Riscos: - Não encontrar sementes de <i>R. mucosa</i>, cascas de amêndoas de castanheira e esterco equino; - As sementes não germinarem; - Não conseguir vender as mudas e os substratos.</p>																		
<p>Objetivo Produzir mudas de <i>Rollinia mucosa</i> utilizando resíduo de casca de amêndoa de castanheira e esterco equino para complementação de renda.</p>	<p>Requisitos - Espaço físico para produção das mudas; - Sementes de <i>R. mucosa</i>; - Baldes e sacos plásticos; - Areia; - Casca de amêndoas de castanheira; - Esterco equino; - Peneira grossa; - Regador.</p>		<p>Resultados Aumento da população da espécie <i>R. mucosa</i> na região; Redução da quantidade de resíduos de atividades extrativistas e pecuárias descartados no ambiente; Valorização de espécie nativa; Melhoria da qualidade de vida.</p>	<p>Linha do tempo</p> <table border="1"> <tr> <td>Fev</td> <td>Obtenção de sementes;</td> </tr> <tr> <td>Mar</td> <td>Obtenção de sementes e substratos; Quebra de dormência;</td> </tr> <tr> <td>Abr</td> <td>Obtenção de sementes; Quebra de dormência; Transferência das sementes para sacos plásticos;</td> </tr> <tr> <td>Mai</td> <td>Acompanhamento da emergência e do desenvolvimento das mudas;</td> </tr> <tr> <td>Jun</td> <td>Acompanhamento da emergência e do desenvolvimento das mudas;</td> </tr> <tr> <td>Jul</td> <td>Acompanhamento das mudas;</td> </tr> <tr> <td>Ago</td> <td>Acompanhamento das mudas;</td> </tr> <tr> <td>Set</td> <td>Acompanhamento e venda das mudas;</td> </tr> <tr> <td>Out</td> <td>Acompanhamento e venda das mudas;</td> </tr> </table>	Fev	Obtenção de sementes;	Mar	Obtenção de sementes e substratos; Quebra de dormência;	Abr	Obtenção de sementes; Quebra de dormência; Transferência das sementes para sacos plásticos;	Mai	Acompanhamento da emergência e do desenvolvimento das mudas;	Jun	Acompanhamento da emergência e do desenvolvimento das mudas;	Jul	Acompanhamento das mudas;	Ago	Acompanhamento das mudas;	Set	Acompanhamento e venda das mudas;	Out	Acompanhamento e venda das mudas;
Fev	Obtenção de sementes;																					
Mar	Obtenção de sementes e substratos; Quebra de dormência;																					
Abr	Obtenção de sementes; Quebra de dormência; Transferência das sementes para sacos plásticos;																					
Mai	Acompanhamento da emergência e do desenvolvimento das mudas;																					
Jun	Acompanhamento da emergência e do desenvolvimento das mudas;																					
Jul	Acompanhamento das mudas;																					
Ago	Acompanhamento das mudas;																					
Set	Acompanhamento e venda das mudas;																					
Out	Acompanhamento e venda das mudas;																					
<p>Benefícios Disponibilizar mudas de espécie nativa para fins de repovoamento de áreas e para fruticultura. Redução da quantidade de resíduo descartado de maneira inadequada pela atividade extrativista de castanha do Brasil e equinocultura;</p>		<p>Restrições - Não obter substratos e sementes; - Falta de espaço físico; - Capital insuficiente para começar a produção.</p>	<p>Custos - Areia: R\$ 35,00; - Baldes: R\$ 20,00; - Sacos plásticos: R\$ 50,00; - Combustível para buscar os substratos: R\$ 130,00</p>																			

Figura 3. CANVAS preenchido pelos alunos.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A condução do experimento, por meio da utilização de método científico, desde a construção das hipóteses, permitiu que os alunos colocassem em prática o conhecimento ou “aprendessem a fazer”, internalizando conceitos, problematizações, encontrando soluções e também “aprendendo a ser” com o desenvolvimento da autonomia, independência, interação com o ambiente e sua valorização, além de permitir o despertar para o empreendedorismo por meio da construção de um modelo de negócio.

Os alunos vivenciaram as etapas do método científico ativamente, com responsabilidade, participação e espírito de equipe. A atividade prática estimulou a curiosidade tornou o ambiente mais prazeroso e colaborativo, se mostrando metodologia viável para trabalhar conteúdos previstos no currículo de biologia e alcançar as competências e habilidades previstas na Base Nacional Comum Curricular para o ensino médio.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M.P. et al. As Atividades Experimentais Como Proposta na Abordagem Contextualizada dos Conteúdos de Biologia. **Atas do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências e o I Congresso Iberoamericano de Investigação em Enseñanza de Las Ciências**. Unicamp/ Campinas/São Paulo, p.1-12, 2011.
- BRASIL, Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: Educação é a base**. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf>. Acesso em 04 set 2019.
- CARMO, S.; SCHIMN, E.S. O ensino da biologia através da experimentação. **Dia-a-dia educação**, 2008. p.1-19. Disponível em:< <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1085-4.pdf> > Acesso em 04 set 2019.
- CHASSOT, A.I. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 3.ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2003. 436p.
- HOERNIG, A.M.; PEREIRA A.B. As aulas de Ciências Iniciando pela Prática: O que Pensam os Alunos. **Revista da Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v.4, n.3, p.19-28, 2004.
- KRASILCHIK, MYRIAM. **Prática de ensino de biologia**. 4.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2011. 200p.
- LUIZ, L.S.; SÁ, R.A. Aprendizagem com dispositivos móveis: reflexões epistemológicas e práticas no ensino de Matemática. In: RAABE, A.L.A et al. **Educação criativa: Multiplicando experiências para a aprendizagem**. Recife: Pipa comunicação, 2016. p.25-45.
- MENDES, D. A educação escolar e o uso das tecnologias. In: LEBOURG, E.H.; CRUZ, D.R.N. **Nós, professores transformadores: olhares sobre protagonismo e valorização docente**. Recife: Pipa Comunicação, 2016. p.103-104.
- OSTERWALDER, A.; PIGNEUR, Y. **Business Model Generation - inovação em modelos de negócios: um manual para visionários, inovadores e revolucionários**. Alta Books, 2011. 300p.
- RAABE, A.L.A et al. **Educação Criativa: Multiplicando experiências para a aprendizagem**. Recife: Pipa comunicação, 2016. 472p.
- RAUCH, H. Educação à distância e autonomia: uma formação do futuro para a cidadania autônoma e responsável. **Revista Encontro de Pesquisa em Educação**, Uberaba, v.1, n.1, p.96-110, 2013.
- SANTOS, J.C.F. **O papel do professor na promoção da aprendizagem significativa**, 2012. Disponível em: <<http://juliofurtado.com.br/papeldopref.pdf>>. Acesso em 18 ago 2017.
- SCHERER, H.J.; ESSI, L.; PINHEIRO, D.K. **O conhecimento da Biodiversidade: um estudo de caso com estudantes de graduação de uma universidade brasileira**. Revista Monografias Ambientais, Santa Maria, v. 14, n. 2, p. 49–58, 2015
- SILVA, P.G.P. **O Ensino da Botânica no Nível Fundamental: um enfoque nos procedimentos metodológicos**. 148p. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) - Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2008.

MINICENTRAL HIDRELÉTRICA: UMA ALTERNATIVA DE ACESSO À ELETRICIDADE NAS TERRAS INDÍGENAS SÃO MARCOS E RAPOSA SERRA DO SOL

Data de aceite: 21/11/2019

Adnan Assad Youssef Filho

Universidade Federal de Pernambuco e
Universidade Federal de Roraima
Boa Vista - RR

Antônio Wéliton Simão de Melo

Universidade Federal de Pernambuco e
Universidade Federal de Roraima
Boa Vista - RR

Paulo George Brandão Coimbra

Companhia Energética de Roraima - CERR
Boa Vista - RR

Maria Conceição de Sant'Ana Barros Escobar

Secretaria Estadual de Infraestrutura - Governo
de Roraima
Boa Vista - RR

Antônio Nazareno Almada de Sousa

Centrais Hidrelétricas da Amazônia - CHEA
Santarém - PA

Wilson Jordão Mota Bezerra

Secretaria de Estado do Índio - SEI-RR
Boa Vista - RR

RESUMO: A disponibilidade de energia elétrica é um dos fatores determinantes para o progresso socioeconômico dos povos. No entanto, determinadas localidades, como as de difícil acesso localizadas na Amazônia,

apresentam dificuldades para a distribuição convencional de eletricidade a seus moradores. Os principais obstáculos são as longas distâncias, as barreiras naturais e a baixa densidade demográfica. Diante disso, este estudo apresentou as minicentrals hidrelétricas (MCH) como alternativa para a eletrificação rural de algumas comunidades situadas nas terras indígenas São Marcos e Raposa Serra do Sol, situadas no estado de Roraima. As MCH's são sistemas alternativos para geração de eletricidade que apresentam baixo impacto socioambiental. Para tal intuito, no ano de 2009, esta equipe de pesquisa iniciou seus trabalhos se dirigindo aos possíveis pontos considerados propícios para a instalação das mini-hidrelétricas. Em cada curso de água selecionado foram realizadas as medidas de vazão, queda e analisadas as características físicas do ambiente. A partir desses dados foi possível prognosticar seus potenciais hidroenergéticos e quais as comunidades poderiam ser atendidas por ele. Os resultados obtidos indicaram viabilidades ambientais e socioeconômicas para a implantação do projeto em três localidades.

PALAVRAS-CHAVE: Eletrificação rural. Mini-hidrelétrica. Sustentabilidade. Comunidades Indígenas.

MINI HYDROELECTRIC POWER STATION: AN ALTERNATIVE FOR ACCESS TO ELECTRICITY ON INDIGENOUS LANDS SÃO MARCOS E RAPOSA SERRA DO SOL

ABSTRACT: The availability of electricity is one of the determining factors for peoples' socioeconomic progress. However, certain locations, such as those difficult to access located in the Amazonian, present difficulties in the conventional distribution of electricity to their residents. The main obstacles are long distances, natural barriers and low population density. Therefore, this study presented the hydroelectric power plants (MCH) as an alternative for rural electrification of some communities located in the indigenous lands São Marcos and Raposa Serra do Sol, of the state of Roraima. The MCH's are alternative systems for electricity generation that have low social and environmental impact. To this end, in 2009, this research team began its work addressing the possible points considered favorable for the installation of the mini-hydroelectric dams. In each selected watercourse flow measurements were taken, fall and the physical characteristics of the environment were analyzed. From these data it was possible to predict their hydroenergetic potentials and which communities could be served by it. The results indicated environmental and socioeconomic viability for the project implementation in three locations.

KEYWORDS: Rural electrification. Micro and Mini hydroelectric. Sustainability. Indigenous Communities.

1 | INTRODUÇÃO

A partir de diversas demandas de moradores das terras indígenas Raposa Serra do Sol (TIRSS) e São Marcos (TISM) direcionadas à Companhia Energética de Roraima (CERR) e à Secretaria Estadual do Índio (SEI) solicitando o suprimento de energia elétrica em suas comunidades, entre anos de 2009 e 2011 foram realizados estudos que incluíram o levantamento dos possíveis potenciais hidráulicos de alguns rios e igarapés¹ da TIRSS e TISM com capacidade de transformar energia mecânica em eletricidade por meio de micros e ou minicentrais hidrelétricas. O objetivo deste texto é apresentar o resultado do levantamento hidroenergético levantado, observando principalmente sua viabilidade e essencialidade.

Micro e minicentrais hidrelétricas são sistemas alternativos de geração de eletricidade² que se utilizam da força da água provocadas por desníveis nos leitos de pequenos rios para a geração de energia elétrica em pequena escala e baixo impacto ambiental.

A TIRSS se localiza entre o Norte e Nordeste do Estado de Roraima e possui a

1 Designação usual, principalmente na região amazônica, para cursos d'água de pequeno porte.

2 Sistema alternativo em relação à energia convencional é a energia elétrica proveniente de fontes de geração designadas como convencionais, como hidrelétricas de grande porte e termelétricas.

extensão de 1.747.460 ha³, com população de 23.119 habitantes divididos entre as etnias Ingarikó, Makuxi, Patamona, Taurepang e Wapixana (ISA, 2016). E, na porção Centro-Norte do estado, encontra-se a TISM com 654.110 ha de extensão, habitada por 5.838 moradores das etnias Makuxi, Taurepang e Wapixana (ISA, 2016).

O grupo de trabalho para esta ação foi coordenado pelos gestores da SEI e da CERR e contou com o apoio da Fundação Nacional do Índio (FUNAI), Secretaria de Desenvolvimento e Planejamento do Estado de Roraima (SEPLAN), Programa Luz para Todos, Centrais Hidrelétricas da Amazônia (CHEA), Organizações Indígenas e de pessoas das próprias comunidades envolvidas, que serão citadas no decorrer do texto. Dessa forma os indivíduos envolvidos diretamente nesta avaliação foram: Hipérion Oliveira, Secretário de Estado do Índio; Wilson Jordão Mota Bezerra⁴, Secretário Adjunto de Estado do Índio; Maria Conceição de Sant'Ana Barros Escobar⁵, diretora-presidente da CERR; Antônio Nazareno Almada de Sousa⁶, consultor da CHEA; Paulo Coimbra⁷, servidor da CERR; Antônio Wéliton Simão de Melo⁸, servidor da CERR e Adnan Assad Youssef Filho⁹, pesquisador em energias alternativas - CHEA.

Devido à necessidade de visitaçã *in loco* dos lugares para a devida prospecção do potencial hidroenergético, a equipe de trabalho teve o cuidado de seguir as recomendações da Funai para o acesso às terras indígenas Raposa Serra do Sol e São Marcos como autorização do órgão e anuência prévia dos moradores das comunidades indígenas visitadas.

Os resultados da análise se mostraram viáveis para a implantação de três mini-hidrelétricas, sendo duas na TISS: cachoeira da Onça e cachoeira Sorocaima; e uma na cachoeira da Andorinha, na Terra Indígena Raposa Serra do Sol.

2 | O PROVIMENTO DE ELETRICIDADE EM LOCALIDADES DE DIFÍCIL ACESSO

O provimento de eletricidade é infraestrutura básica, sem a qual, inviabilizam-se outras ações governamentais ou não-governamentais com vistas à inclusão socioeconômica de comunidades de difícil acesso. Não entanto, ainda não há consenso sobre os impactos que esses benefícios podem ocasionar em comunidades indígenas.

3 Hectares.

4 Graduado em Ciências Sociais com habilitação em Antropologia pela UFRR.

5 Engenheira Eletricista pela UFMT e Mestre em Desenvolvimento Regional da Amazônia pela UFRR.

6 Desenvolvedor de turbinas mecânicas eficientes em baixas quedas d'água. Consultor técnico de saber notório em micro e minicentral hidrelétrica.

7 Engenheiro Mecânico pela UFRJ e Especialista e Engenharia de Segurança no Trabalho pela UEM.

8 Doutorando em Antropologia pela UFPE-UFRR.

9 Doutorando em Antropologia pela UFPE-UFRR.

A título de exemplo, relacionado às mudanças culturais em comunidades indígenas a partir da disponibilidade da energia elétrica, Melo (2013) observou que,

[...] as consequências das mudanças provocadas pelo acesso a novas tecnologias se apresentam como um quadro irreversível, o que não permite a possibilidade de condenarmos e menos ainda prudente defendermos que as comunidades indígenas não tenham o direito ao acesso às inovações tecnológicas e benefícios da comunicação, educação, saúde e entretenimento que o uso de novas tecnologias pode trazer as estas comunidades (p. 106-107).

A discussão em torno deste tema, replica como regra válida tanto para as comunidades indígenas e ou ribeirinhas, quanto para os assentamentos rurais. Confluindo para a noção de promover o bem-estar a todos os cidadãos, independentemente do lugar de sua moradia.

Com uma ideia semelhante, Silva (2010) discutindo a chegada da energia elétrica entre o povo Apurinã no estado do Amazonas, destacou os benefícios do uso da eletricidade como sinônimos de bem-estar:

[...] 'Água gelada' foi instituída por eles como uma forma de inclusão e é elucidada quando um dos Apurinã diz: '...índio não é animal, índio é ser humano, também tem direito de tomar água gelada'. O uso da geladeira também está associado à conservação de carne de caça, que antes tinha de ser salgada para ser consumida posteriormente. Alguns índios comercializam 'suco gelado' que, na hora do almoço, também é bastante apreciado (p.176).

A essencialidade do acesso à eletricidade é clara, porém nem sempre é possível proporcionar esse benefício de forma sustentável. Por exemplo, o padrão utilizado pela CERR¹⁰ para disponibilizar eletricidade às regiões afastadas, sendo a maioria delas, comunidades indígenas, é pautado na geração de eletricidade via grupos geradores movidos a diesel.

No entanto, as dificuldades para o suprimento de energia elétrica para esta população se tornaram grandes desafios devido à dispersão e baixa densidade demográfica das comunidades. Soma-se a isso, o fato que esses povos, em sua maioria, vivem em lugares de difícil acesso. Todas essas limitações trazem inconvenientes logísticos, principalmente na manutenção de maquinários e distribuição de combustível, tornando ineficiente o atendimento, principalmente devido a suas inviabilidades técnicas, econômicas e ambientais. Uma vez que, eleva os custos de operação, manutenção, suprimento de combustível. Além disso, corre-se o risco de poluição por eventuais vazamentos, derramamentos de lubrificantes e

10 Por força da Portaria MME 425/2016, a partir de 01 de janeiro de 2017, as atividades de geração e distribuição de energia que a CERR desenvolvia foram transferidas para a empresa Boa Vista Energia S.A. Em 30 de agosto de 2018 a Boa Vista Energia foi vendida em leilão para a Oliveira Energia que assumiu a responsabilidade pelo suprimento de eletricidade às comunidades de difícil acesso (ANEEL, 2018). No entanto, apesar das mudanças ocorridas na concessão, o modelo de geração continuou o mesmo, ou seja, o uso de grupo geradores movidos a óleo diesel.

combustíveis, e emissão de gases poluentes.

Portanto, foi nesse contexto que se vislumbrou o estudo do potencial hidroelétrico para a implantação de micros e minis centrais hidrelétricas como alternativa para a geração de eletricidade com menores impactos socioambientais em áreas de difícil acesso.

3 | METODOLOGIA

Com os trabalhos de campo realizados no período de 13/11/2009 à 17/11/2009, a equipe de trabalho organizada pela CERR, SEI e CHEA tiveram o cuidado de decompor os objetivos das visitas na seguinte sequência: I) identificar os possíveis potenciais hidráulicos da região citada; II) definir quais as comunidades seriam atendidas por esses prováveis potenciais; III) analisar as condições técnicas e ambientais da geração e distribuição da energia; e IV) discutir com as organizações indígenas e com as próprias comunidades envolvidas, os resultados deste trabalho.

Além da obtenção dos requisitos legais para a realização deste estudo, como a permissão para adentrar nas citadas terras indígenas junto à Funai e comunicação antecipada às lideranças locais sobre o objetivo da visita¹¹, o grupo de trabalho, em cada localidade, previamente, apresentou em reunião local os componentes do grupo e expôs a finalidade e metodologia do trabalho. Com a anuência dos moradores para a realização das avaliações e registros fotográficos, solicitou-se o acompanhamento de pessoas da própria comunidade aos possíveis pontos capazes de gerar energia. Nos cursos de água indicados foram realizadas as medidas de vazão, queda e características físicas dos terrenos, a fim de prognosticar seu potencial hidráulico e quais comunidades poderiam ser atendidas por ele. Com esse procedimento foi realizada a visita da equipe em cada um desses pontos.

Na medição dos possíveis potenciais foram utilizados trena manual e a laser, nível, cronômetro e na plotagem das coordenadas, o GPS. Os registros fotográficos foram feitos por duas câmeras digitais. Estas medições foram feitas em condições ideais do ponto de vista técnico e climático, ou seja, época de menor vazão de rios ou igarapés da região visitada, o que aumenta a margem de segurança nos prognósticos da capacidade de geração.

Tanto a taxa de demanda como sua projeção foram fundamentadas no Ciclo de Consumo e Demanda/2008 fornecido pela CERR, ou seja, crescimento de demanda em média de 5% ao ano e consumo por família de 500 watts/hora (CERR, 2008).

A média de pessoas por domicílio de 4,20 indivíduos usados nos cálculos de demanda de eletricidade, disponibilizado pelo Distrito Sanitário Especial Indígena

11 Relembrando que a solicitação de soluções para o provimento de eletricidade partiu das próprias comunidades indígenas com centenas de documentos arquivados na CERR para a solução desse problema.

referente à dados populacionais de 2008 (DSEI, 2009).

A estimativa do potencial hidráulico para a geração de eletricidade foi calculada conforme fórmula do manual de microcentrais hidrelétrica (1985): $P^{12} = 7,5^{13} \times Q^{14} \times H^{15}$ (ELETROBRAS, 1985).

Para análise da viabilidade técnica e socioambiental foram considerados principalmente os seguintes fatores:

- as distâncias entre os locais de geração, distribuição e consumo;
- o tipo de vegetação e acidentes naturais entre esses pontos;
- a tecnologia utilizada adequada à manutenção a ser realizada pelos próprios moradores após treinamento técnico; e
- arranjo do sistema adequado ao menor impacto das características físicas do ambiente.

A escolha de micro e minicentrais hidrelétricas como alternativa para geração de energia elétrica de baixo impacto e renovável nas TIRSS e TISM foi definida sob dois parâmetros principais: primeiro, devido ao grande potencial hidráulico da região Centro-Norte do Estado de Roraima prognosticado pelo Atlas de Energia Elétrica do Brasil (ANEEL, 2008). E, o segundo parâmetro considerado determinante foi que, era a única alternativa escolhida no Brasil pela ONU no ano de 2007, entre as dez melhores práticas difundidas no mundo de geração de energia limpa, cujo reconhecimento foi feito na Dubai International Award for Best Practices¹⁶ realizada em Dubai no ano de 2008 (INCRA, 2009).

4 | CENTRAL GERADORA HIDRELÉTRICA – CGH

No BIG¹⁷ da ANEEL (2019), as micro e minicentrais hidrelétricas são identificadas como Central Geradora Hidrelétrica. Todavia, a Resolução 394 de 04 de dezembro de 1998 desta Agência Reguladora diferenciou a nomenclatura das centrais hidrelétricas. Passaram então a serem classificadas em função da potência instalada, conforme quadro abaixo:

12 Potência em Kw (quilowatt).
13 Considera as perdas de carga e o rendimento do grupo gerador-turbina.
14 Vazão de referência = m³/s.
15 Altura total da queda em metros.
16 Prêmio Internacional de Boas Práticas de Dubai.
17 Banco de Informações de Geração.

Potência (kW)	Classificação das hidrelétricas
Menor que 100	Microcentral
De 100 a 1.000	Minicentral
De 1.001 a 30.000	Pequenas centrais
De 30.001 a 50.000	Médias centrais
Acima de 50.001	Grandes centrais

Quadro 1: classificação das Centrais Geradores Hidrelétricas em Função da Potência Instalada

Fonte: Tiago Filho, 2008 com fundamentos da Resolução Aneel nº 394 de 04-12-1998.

A mesma Resolução determinou que o total da área alagada destinada ao reservatório de uma Pequena Central Hidrelétrica - PCH deve ser igual ou inferior a 3km², sendo que a partir destas dimensões haverá a necessidade de condicionamento da agência reguladora (ANEEL, 1998).

Não obstante, a Resolução nº 673, de 04 de agosto de 2015, revogou por inteiro as duas resoluções anteriores, que trataram dessa classificação, as resoluções nºs. 394 e 652, de 04 de dezembro de 1998 e 09 de dezembro de 2003, respectivamente. Portanto, o artigo segundo da Resolução nº 673/2015 condicionou que:

[...] Serão considerados empreendimentos com características de PCH aqueles empreendimentos destinados a autoprodução ou produção independente de energia elétrica, cuja potência seja superior a 3.000 kW e igual ou inferior a 30.000 kW e com área de reservatório de até 13 km², excluindo a calha do leito regular do rio (ANEEL, 2015).

Observou-se que essa mudança ampliou a potência instalada e área de reservatório das PCH's. Porém, não deixou claro, os procedimentos em relação às micro e minicentrais hidrelétricas.

A Usina Hidrelétrica – UHE pode ser definida como empreendimento de grande porte que compreende um conjunto de estruturas e equipamentos capaz de produzir energia elétrica por meio do aproveitamento do potencial hidráulico existente em um curso de água (RONDINA, 2008). A energia hidráulica é convertida em energia mecânica por meio de turbina hidráulica, que por sua vez é convertida em energia elétrica por um gerador (RONDINA, 2008).

As micro e minicentrais hidrelétricas são sistemas alternativos para geração de energia elétrica limpa, renovável e de qualidade. Utilizam o mesmo princípio de funcionamento das UHE¹⁸, porém em proporções bem menores. Fator que possibilita o aproveitamento dos recursos hidroenergéticos de pequenos rios e igarapés existentes nas proximidades de casas, comunidades, vilas ou pequenas cidades

18 A energia cinético-hidráulica de determinados desníveis é convertida em energia mecânica por meio de uma turbina hidráulica, a qual a converte em energia elétrica por geradores, sendo a eletricidade produzida, transportada por linhas de transmissão (RONDINA, 2008).

(TIAGO FILHO, 2008).

As Centrais Geradoras Hidrelétricas podem ser implantadas em várias concepções de arranjo, indo desde a ligação direta da queda de água às turbinas por meio de condutos forçados, as denominadas, usinas a fio de água, ou com represamento formando pequeno lago ou reservatório. De acordo com a ANEEL, até o mês de agosto de 2019 foram contabilizados 713 empreendimentos enquadrados no porte de micro e minicentral hidrelétrica e são responsáveis pela produção de 743.740 kW (ANEEL-BIG, 2019). Isso equivale a 0,45% de toda a energia elétrica gerada no Brasil. A Agência Reguladora considera neste total, somente Centrais Geradoras Hidrelétricas com registro legal nesse órgão.

Em meio às vantagens da implantação de mini-hidrelétricas apontadas por Tiago Filho (2008), destacam-se: energia gerada de boa qualidade; a concepção simplificada pode proporcionar rapidez na implantação; baixo custo de manutenção e facilidade na operação; elevada vida útil do conjunto – cerca de 20 anos, podendo atingir 50 a 60 anos se bem operada, incluindo aí manutenções programadas; ausência de poluição auditiva; inexistência da emissão de dióxido de carbono ou qualquer outro tipo de poluente prejudicial à saúde e ao meio; não interrompem os cursos de água; não suprimem áreas territoriais; tecnologia antiga, o que a torna segura por estar amplamente dominada; não interfere na qualidade da água, pois ela é usada somente para movimentar o rotor das turbinas, não entrando em contato com graxas ou lubrificantes, retornando ao leito do rio ou igarapé praticamente sem alterações.

Dentre as desvantagens assinaladas pelo mesmo autor estão: tecnologia de local específico, isto é, necessita de condições especiais para sua implantação, como certa vazão de água e topografia favorável. Dependendo das características locais a potência máxima pode ser limitada, reduzida ou até inexistente nos períodos de secas prolongadas.

No entanto, entre vantagens e desvantagens, tanto Tiago Filho (2008) como Di Lascio e Barreto (2009) são unânimes em afirmar que as mini-hidrelétricas produzem impacto ambiental reduzido, são de fácil operação e exigem pouca manutenção, além de apresentarem elevada vida útil. Contudo, contempla como uma alternativa simples e eficiente de geração e distribuição de energia elétrica, capaz de ser gerida pela própria comunidade.

5 | DESCRIÇÃO TÉCNICA DOS POTENCIAIS HIDRÁULICOS ANALISADOS

Destacamos que neste artigo estão descritos somente os potenciais hidroenergéticos considerados satisfatórios para a implantação de minicentra

hidrelétricas. No entanto, foram analisadas outras cinco localidades cujos resultados foram consideradas desfavoráveis para a implementação do projeto.

Um desses pontos visitados foi a Cachoeira do Bananal, localizada no igarapé de mesmo nome, nas proximidades da Comunidade Indígena do Bananal, na Terra Indígena São Marcos. Os outros quatro estão situados na Terra Indígena Raposa Serra do Sol: queda do Apertado da Onça e Cachoeira do Capim, no rio Maú, nas proximidades da Comunidade Indígena Maturuca; Cachoeira do Inferno, na junção dos igarapés do Urucá e Paiva, situada próximo à sede do município de Uiramutã e Cachoeira do Sarapó, localizada no rio Ailá, posicionada no entorno da Comunidade Indígena Wilimon.

5.1 Cachoeira da Onça

A cachoeira da Onça está localizada no igarapé Samã, nos arredores da Comunidade Indígena Nova Esperança¹⁹, localizada na Terra Indígena São Marcos, município de Pacaraima²⁰.

Embora este levantamento tenha sido feito na época de estiagem do ano²¹, onde os igarapés se encontram com suas vazões bastantes reduzidas, pretende-se utilizar somente 500 litros por segundo dos 830 disponíveis (quadro 02).

Características	
Coordenadas Geográfica UTM	E-705.733,6 / N-493.211,4
Curso d'água	igarapé Samã
Queda d'água	cachoeira da Onça
Vazão	830 litros por segundos
Altura de queda	27 metros

Quadro 02: levantamento técnico da cachoeira da Onça

Fonte: Equipe técnica CERR/CHEA – 2009.

As condições apuradas no local mostraram favoráveis do ponto de vista técnico e ambiental. Portanto, é possível gerar potência de 120kw/h, ou seja, energia suficiente para atender 1008 pessoas. Inicialmente a previsão é que essa minicentral hidrelétrica poderá abastecer às comunidades indígenas Nova Esperança, Aldeia Samã, Samã II, Ingarumã e parte do Sorocaima I, que contam com uma população total de 432 pessoas. Sendo que dessa forma o sistema trabalhará com grande folga.

O empreendimento proposto é de uma minicentral hidrelétrica, utilizando-se

19 Oitocentos metros de distância.

20 O município de Pacaraima está localizado a cerca de 215 quilômetros de distância da cidade de Boa Vista, capital do estado de Roraima. O acesso à sede do município é realizado pela BR-174.

21 13 de novembro de 2009.

de pequena contenção (2 metros de altura) para a câmara de carga, um conduto forçado de 500 milímetros de diâmetro e comprimento aproximado de 120 metros, ancorados sobre as rochas às margens da cachoeira. O conjunto turbina gerador será de 150kv/h.

5.2 Cachoeira Sorocaima

A cachoeira Sorocaima está situada nas proximidades da Comunidade Indígena Guariba²², Terra Indígena São Marcos, município de Pacaraima.

Nesta localidade pretende-se utilizar somente 1.500 litros por segundo, dos 1.800 disponíveis, por medida de segurança, caso ocorra, períodos de secas mais prolongados. Conforme característica local (quadro 03), as condições físicas se mostraram favoráveis do ponto de vista técnico, ambiental e financeiro.

Características	
Coordenadas Geográfica UTM	E-703140,257 / N-490.891,763
Curso d'água	igarapé Sorocaima
Queda d'água	cachoeira Sorocaima
Vazão	1.800 litros por segundos
Altura de queda	12 metros

Quadro 03: levantamento técnico da cachoeira Sorocaima

Fonte: Equipe técnica CERR/CHEA – 2009.

Com esta vazão é possível gerar uma potência de 158kw/h, suficientes para atender 1.327 pessoas. Preliminarmente, as comunidades indígenas atendidas pelo citado ponto seriam as de Sorocaima II, Guariba, Bananal, estendendo-se até a Boca da Mata, totalizando 1.048 pessoas atendidas com energia elétrica.

De acordo com as particularidades físicas do local, o empreendimento proposto é de uma minicentral hidrelétrica, utilizando-se de pequena contenção (4 metros de altura) para a câmara de carga, conduto forçado de aproximadamente 25 metros, também ancorado sobre as rochas às margens da cachoeira. O conjunto turbina gerador será de 200kv/h.

5.3 Cachoeira da Andorinha

A cachoeira da Andorinha²³ está localizada no rio Ailã, próximo à Comunidade Indígena Andorinha, na Terra Indígena Raposa Serra do Sol, no município de Uiramutã²⁴.

22 Cerca de três quilômetros de distância da Comunidade Indígena Guariba.

23 Trezentos metros de distância da Comunidade Indígena Andorinha. Porém, está distante da sede do município de Uiramutã, em torno de 22 quilômetros.

24 Distante de Boa Vista a aproximadamente 315 quilômetros. O acesso principal se dá pela BR-

Na cachoeira da Andorinha (figura 1) foram encontradas as condições ideais do ponto de vista técnico, ambiental e econômico para a implantação de uma minicentral hidrelétrica, com capacidade de gerar 950kw/h (quadro 04), suficiente para levar energia elétrica a 13.300 pessoas ou a 3.166 domicílios.



Figura 01: Vista panorâmica da cachoeira da Andorinha - Uiramutã - RR

Fonte: Youssef Filho – novembro/2009

Características	
Coordenadas Geográfica UTM	805786,589 – 522064,789
Curso d'água	Rio Ailã
Queda d'água	Cachoeira da Andorinha
Vazão	10 metros cúbicos por segundo.
Altura de queda	25 metros

Quadro 04: levantamento técnico da cachoeira da Andorinha

Fonte: Equipe técnica CERR/CHEA – 2009.

A figura 2, a partir da fotografia tirada no local, demonstra uma perspectiva de arranjo do sistema hidroenergético planejado.

Neste caso, o cálculo da taxa de demanda teve como parâmetro 0,3kw/h por família, fundamentado em dados fornecidos pelo consultor técnico e membro da expedição, Sr. Nazareno Almada de Sousa. Segundo ele, quanto maior é a extensão da rede de interligação para o fornecimento de energia elétrica de forma ininterrupta e perene entre as comunidades da região, a demanda decresce de 0.5kw/h para 0,3kw/h. Isso se dá pelo fato de as pessoas da comunidade terem a confiabilidade

174 e posteriormente pela RR-171.

no sistema, o que lhes proporcionarão uma melhor redistribuição das tarefas que exigem o consumo de energia por uma parcela maior de tempo, evitando os “picos”. Ou seja, a maioria das pessoas utilizando energia elétrica em curto espaço de tempo. Outro fato apontado pelo mesmo consultor, contribuindo com a afirmação anterior é que quando se tem um sistema amplo de atendimento de energia a todas as comunidades da região, o fluxo migratório entre comunidades tende a diminuir, já que todas as comunidades terão as mesmas condições de serem atendidas satisfatoriamente com essa energia.



Figura 2: Prospecção do Arranjo da Mini-hidrelétrica da Andorinha

Fonte: SOUSA, 2010.

Dentro deste parâmetro de cálculo para a cachoeira da Andorinha está previsto além da taxa de crescimento da população, o processo produtivo e o possível retorno de pessoas ou famílias para suas comunidades de origem, que por ventura migraram para cidades.

As comunidades indígenas que poderão ser atendidas pelo Complexo da Andorinha são as regiões: Maturuca, Morro, Pedra Branca, Wilimon, Caracanã e Pedra Preta, somando um total de 4.921 pessoas.

A construção desse complexo terá impacto moderado nas condições naturais da região, assim como na beleza da cachoeira, que poderá ser comprovado posteriormente por um Estudo de Impacto Ambiental-Relatório de Impacto Ambiental (EIA-RIMA).

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dessa forma, em vista das dificuldades já discutidas no decorrer deste estudo de manter o suprimento de eletricidade a algumas comunidades de difícil

acesso localizadas nas terras indígenas São Marcos e Raposa Serra do Sol; e considerando os potenciais hidroenergéticos favoráveis realizados por meio das prospecções preliminares, os resultados indicam viabilidades técnicas, ambientais e socioeconômicas para a implantação de três minicentrals hidrelétricas no modelo de sistemas descentralizados e isolados.

Assim, considerando os potenciais hidroenergéticos e as comunidades a serem atendidas, a proposta prevê a distribuição do suprimento de energia elétrica por intermédio das mini-hidrelétricas da seguinte forma. Primeiro no Igarapé Samã, a cachoeira da Onça²⁵ para atender as comunidades indígenas: Nova Esperança, Aldeia Samã, Samã II, Ingarumã e parte do Sorocaima²⁶. O segundo local no Igarapé Sorocaima, na cachoeira de mesmo nome²⁷ para atender as comunidades indígenas: Sorocaima I, Sorocaima II, Guariba, Bananal e Boca da Mata²⁸. E, no rio Ailã, na cachoeira da Andorinha²⁹, com grande potencial hidráulico, capaz de atender às comunidades das regiões: Maturuca, Morro, Pedra Branca, Wilimon, Caracanã e Pedra Preta³⁰.

Complementarmente, os dados da projeção da taxa de demanda foram considerados satisfatórios do ponto de vista técnico e econômico. Pois na TISM, a cachoeira da Onça tem projeção de demanda para dezesseis anos e a cachoeira do Sorocaima para quatro anos, permitindo, caso necessário, um reordenamento da distribuição de atendimento das comunidades envolvidas por esses dois pontos. Já que tanto as comunidades envolvidas como os potenciais energéticos encontrados estão próximos uns dos outros. Dessa forma poderia considerar uma projeção de demanda média para dez anos.

No complexo da cachoeira da Andorinha que foi prospectada uma projeção de demanda na ordem de vinte anos, existe ainda condições técnicas de ampliação para o dobro de sua capacidade, ou seja, capacidade de gerar outros 950kw/h.

Em relação à proposta de implantação desse projeto, apesar de ter se iniciado em 2009, passados dez anos, ainda não houve consenso entre as lideranças indígenas da Terra Indígena Raposa Serra do Sol sobre seus reais benefícios. Embora haja concordância entre as comunidades da Terra Indígena São Marcos para o encaminhamento do projeto para apreciação dos órgãos competentes, a gestão desta equipe técnica, optou por aguardar reuniões futuras na citada terra indígena para a definição das demais regiões a serem atendidas, culminando com um pacto

25 Terra Indígena São Marcos.

26 A cachoeira da Onça e as comunidades indígenas estão a uma distância média de 230 quilômetros da cidade de Boa Vista e pertencem ao município de Pacaraima.

27 Terra Indígena São Marcos.

28 Idem.

29 Terra Indígena Raposa Serra do Sol.

30 A cachoeira da Andorinha e as comunidades a serem atendidas estão cerca de 350 quilômetros de distância de Boa Vista e são localizadas no município de Uiramutã.

geral entre os órgãos envolvidos no projeto, as organizações indígenas, assim como as comunidades envolvidas.

REFERÊNCIAS

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. Assinado contrato de concessão da Boa Vista Energia. Brasília, 11 dezembro de 2018. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa/-/asset_publisher/zXQREz8EVIZ6/content/id/17761975>. Acesso em: 25 jan. 2019.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. Atlas de energia elétrica do Brasil. Brasília: Aneel, 2008.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. BIG - Banco de Informação de Geração. Capacidade Geração do Brasil. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>. Acesso em: 05 set. 2019.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução nº 394, de 04 de dezembro de 1998. Estabelece o critério para o enquadramento de empreendimentos hidrelétricos na condição de pequenas centrais hidrelétricas. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/res1998394.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2010.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução nº 652, de 9 de dezembro de 2003. Estabelece os critérios para o enquadramento de aproveitamento hidrelétrico na condição de Pequena Central Hidrelétrica (PCH). Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/res2003652.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2019.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução nº 673, de 04 de agosto de 2015. Estabelece os requisitos e procedimentos para a obtenção de outorga de autorização para exploração de aproveitamento de potencial hidráulico com características de Pequena Central Hidrelétrica – PCH. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015673.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2019.

DSEI - Distrito Sanitário Especial Indígena. Censo Populacional por região e Polo-base e comunidades do DSEI-LESTE de Roraima. Ano de referência: 2008. Boa Vista, 08 de janeiro de 2009. Documento interno.

CERR - Companhia Energética de Roraima. Planis 4 – Dados básicos anuais de mercado e de carga própria: Energia (MWh) – DEManda (KW) – Ciclo 2008. Documento Interno. Boa Vista, 25 abr. 2008.

DI LASCIO, Marco Alfredo; BARRETO, Eduardo José Fagundes. Energia e Desenvolvimento Sustentável para a Amazônia Rural Brasileira: eletrificação de comunidades isoladas. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2009.

ELETROBRAS - Centrais Elétricas Brasileiras S/A.; Manual de microcentrais hidrelétricas. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 1985.

INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. ONU certifica geração de energia em assentamentos do PA. Brasília, 14 jul. 2009. Disponível em: <<http://www.incra.gov.br/onu-certifica-geracao-de-energia-em-assentamentos-do-pa>>. Acesso em: 20 dez. 2010.

ISA – Instituto Socioambiental. De Olho nas Terras Indígenas do Brasil. Disponível em <<https://ti.socioambiental.org/pt-br/#!/pt-br/terras-indigenas>>. Acesso em 21 de novembro de 2016.

MELO, Antonio Wéliton Simão de. A eletricidade como agente de mudança na comunidade indígena Flexal em Roraima. [Dissertação de Mestrado Antropologia] MINTER/PPGA/ UFPE/UFRR, Recife, 2013.

MME - Ministério das Minas e Energia. Portaria nº 425, de 03 de agosto de 2016. Disponível em: <www.mme.gov.br> documents > Portaria_n_425-2016>. Acesso em 02 de janeiro de 2019.

RONDINA, José Mateus. Pequenas Centrais Hidrelétricas. UFMT, 2008.

SILVA, Raquel Lima da. A energia em Camicuã. *In*: SOUSA, Cássio Noronha Inglês de; ALMEIDA, Fábio Vaz Ribeiro de; LIMA, Antonio Carlos de Souza & MATOS, Maria Helena Ortolan (orgs). Povos indígenas: projetos e desenvolvimento II / Brasília: Paralelo 15, Rio de Janeiro: Laced, 2010, p 167 - 175.

SOUSA, Antônio Nazareno Almada. Prospecção do formato da Mini-hidrelétrica da Andorinha. Documento interno. CHEA. Santarém, 05 dez. 2010.

TIAGO FILHO, Geraldo Lúcio. Pequenos Aproveitamentos Hidroelétricos – Soluções Energéticas para a Amazônia. Brasil: Ministério das Minas e Energia, 2008.

YOUSSEF FILHO, Adnan Assad. Acervo fotográfico. Potenciais hidroenergéticos das terras indígenas Raposa Serra do Sol e São Marcos, 2009.

EVIDENCIAÇÃO DO VALOR CONTÁBIL DAS RECEITAS DE SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS NAS ATIVIDADES AGROPECUÁRIAS

Data de aceite: 21/11/2019

Aguinaldo Rocha Gomes

Universidade Federal de Mato Grosso –
Rondonópolis – Mato Grosso

Lídia Maria Lopes Rodrigues Ribas

Universidade Federal do Mato Grosso Sul e
Anhanguera/UNIDERP – Campo Grande – Mato
Grosso Sul

RESUMO: Neste trabalho, demonstra-se a aplicação do modelo contábil de reconhecimento dos serviços ecossistêmicos na bacia hidrográfica do Rio São Lourenço, localizada no estado de Mato Grosso, por parte das entidades agropecuárias. O modelo aplicado tem como objetivo internalizar as receitas de serviços ecossistêmicos e evidenciar contabilmente o nível de contribuição dos ecossistemas para formação de riqueza nas entidades agropecuárias. No modelo contábil proposto, as transformações biológicas decorrentes da reprodução, e desenvolvimento dos ativos biológicos da entidade, bem como o usufruto dos serviços ecossistêmicos pelas entidades agropecuárias constituem receitas ecossistêmicas. As receitas ecossistêmicas são identificadas em duas dimensões: interna, nas áreas utilizadas na produção de cada entidade, e externa, constituída pelos ecossistemas

naturais existentes na bacia hidrográfica investigada e apropriado pela entidade para o desenvolvimento de suas atividades econômicas. O estudo, de forma geral, demonstrou o processo de internalização contábil das receitas de serviços ecossistêmicos utilizando os métodos de valoração econômica, dentre outros, o custo oportunidade. O modelo foi aplicado em entidades agropecuárias constituídas como Sociedades Anônimas, a partir de suas demonstrações contábeis publicadas no ano de 2015 e 2016. Os resultados mostram a contabilização dos restos culturais, dos dejetos de origem biológica e dos serviços ecossistêmicos prestados na dimensão da bacia hidrográfica como receita ecossistêmica de serviços e de produção. A análise permitiu demonstrar que as receitas ecossistêmicas constituíram uma parcela significativa na formação do lucro bruto de cada entidade investigada.

PALAVRAS-CHAVE: Ativo Biológico, Receita Ecossistêmica, Custo Oportunidade, Sustentabilidade, Políticas Públicas.

EVIDENCE OF ACCOUNTING VALUE OF ECOSYSTEM SERVICES REVENUE IN AGRICULTURAL ACTIVITIES

ABSTRACT: This study demonstrates the application of the accounting model of recognition

of the ecosystem services in the São Lourenço river basin located in the State of Mato Grosso by the agriculture and livestock entities. The applied model has the objective of internalizing the revenues from ecosystem services and to establish the extent of the ecosystems' contribution to the creation of wealth in the agriculture entities. In the proposed accounting model, the biological transformations of plantations due to birth, growth, degeneration and procreation in the biological assets of the entity, as well as, the use of ecosystem services by the agricultural and livestock entities constitute ecosystem revenues. The ecosystem revenues are identified in two dimensions: internal, in areas used in each entities' production and external: consisting of services provided by the natural ecosystem of the river basin and appropriated by the entity for the development of its economic activities. The study demonstrated the internalization accounting process for the ecosystem services revenue using the economic valuation methods, among others, the opportunity cost. The model was applied in agricultural entities constituted as public limited company based on their financial statements published in the years 2015 and 2016. The results show the accounting of the cultural remains, the biological waste and the ecosystem services provided by the hydrographic basin as ecosystem revenues of services and production. The analysis enabled to demonstrate that the ecosystem revenues were a significant share of the gross profit formation of each entity.

KEYWORDS: Biological assets, Ecosystem revenue, Opportunity cost, Sustainability, public policy.

1 | INTRODUÇÃO

Embora existam na literatura várias propostas para definir os serviços ecossistêmicos, não há ainda uma definição comumente aceita, tampouco um único critério para sua classificação. A definição mais difundida na literatura consultada foi a proposta pelo *MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT – MEA* (2005). Este os define como benefícios que o homem obtém dos ecossistemas. Nesse sentido, entende-se que os seres humanos disfrutem dos ecossistemas prioritariamente para satisfação de suas necessidades biológicas, bem como para o desenvolvimento de atividades científicas; recreativas e produtivas como: agropecuária, geração de energia, extrativismo mineral e vegetal, entre outras.

Como demonstrado no estudo *THE ECONOMICS OF ECOSYSTEMS AND BIODIVERSITY*, TEEB (2010) os benefícios providos pelos ecossistemas para as entidades agropecuárias assumem a forma de bens ou de serviços que, direta ou indiretamente, contribuem para o desempenho das atividades realizadas. A internalização desses bens e serviços pela contabilidade é particularmente importante para as entidades agropecuárias que dependem dos ecossistemas. Isso evidencia o nível de contribuição dos ecossistemas para a formação dos resultados

das atividades desenvolvidas, conseqüentemente, demonstra também o processo de formação de riqueza por parte das entidades.

As contribuições ofertadas pelos ecossistemas de forma gratuita constituem uma fonte de recursos para as entidades agropecuárias que usufruíram desses bens e serviços e representam uma economia financeira, já que a entidade não paga pelos serviços recebidos. Entretanto, teoricamente seria obrigada a pagar na hipótese de os serviços não serem ofertados e deseja-se realizar as mesmas atividades, embora muitos serviços ecossistêmicos sejam insubstituíveis e, conseqüentemente, sem suas provisões muitas das atividades desenvolvidas na agropecuária não poderiam ser realizadas.

Para EUGÊNIO (2004) se esse sacrifício diz respeito aos recursos naturais e à qualidade de vida, estamos perante custos ecossistêmicos. O grande desafio para a contabilidade consiste em apurar o resultado das atividades agropecuárias o mais correto possível, por iguais razões torna-se necessário que os custos totais incluam os custos ecossistêmicos.

Pretende-se, de forma geral, demonstrar a operacionalização do modelo contábil de internalização dos serviços providos pelos ecossistemas, de modo a contribuir para apuração do resultado das entidades agropecuárias. Especificamente, identificou-se na dimensão interna de cada entidade investigada e em sua dimensão externa os serviços ecossistêmicos dos quais depende a atividade agropecuária para concretização de seus objetivos.

Este trabalho está dividido em três seções. A primeira revisa brevemente as principais interações entre ecossistemas e as atividades produtivas, na qual especial ênfase é dada ao papel crucial dos serviços ecossistêmicos para a concretização dos objetivos das atividades agropecuárias. A segunda seção argumenta sobre os aspectos relacionados à operacionalização do modelo contábil de reconhecimento dos serviços ecossistêmicos. Finalmente, demonstra-se a operacionalização do modelo contábil nas entidades investigadas por meio dos dados publicados em suas demonstrações contábeis referentes à safra 2014/15 e 2015/16.

2 | MATERIAL E MÉTODO

Para alcançar os objetivos da pesquisa, buscou-se o número específico de entidades agropecuárias constituídas juridicamente como sociedade anônima que exercem suas atividades na bacia hidrográfica do Rio São Lourenço – MT. O universo de abrangência deste estudo são as entidades constituídas juridicamente como sociedades anônimas, que se dedicam às atividades agropecuárias. As demonstrações contábeis das entidades investigadas foram coletadas no endereço eletrônico do Diário Oficial de Mato Grosso, Diário Oficial de Mato Grosso do Sul.

As informações divulgadas nas demonstrações contábeis de cada entidade foram complementadas com dados da situação da bacia hidrográfica do São Lourenço, em função das questões ambientais, sociais e econômicas. Para tal, foram utilizadas as informações disponíveis em fontes oficiais, censos e trabalhos científicos. Foram utilizados dados secundários referentes à produtividade média, custo de produção e margem de contribuição para a área de abrangência do estudo, divulgados pelo Instituto Mato-grossense de Economia Agropecuária (IMEA) e pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Para contabilizar a receita de serviços ecossistêmicos e a receita de produção ecossistêmica, primeiramente, atribuiu-se um valor monetário aos serviços ecossistêmicos absorvidos por cada entidade investigada; o valor aplicado neste estudo foi o valor justo. A identificação dos bens e serviços ecossistêmicos usufruídos pelas entidades foi realizada em duas dimensões: interna e externa. Na dimensão interna, na área produtiva de cada entidade. Nesta etapa analisou-se o processo produtivo agropecuário desenvolvido, estimou-se a produção agropecuária total (grãos e biomassa), bem como os serviços ecossistêmicos necessários para a concretização dessa produção.

Na dimensão externa, na área da bacia hidrográfica, apoiou-se no estudo de GENELETTI (2014), que propõe a identificação dos serviços ecossistêmicos de forma reversa, ou seja, identificam-se os elementos chaves para desenvolvimento do processo produtivo e/ou bem-estar da população local e analisam-se quais seriam aqueles absorvidos pelas atividades agropecuárias. Esses, por sua vez, devem ser detectados e, de uma forma reversa, a partir dos da produção agropecuária determina-se o volume de bens e serviços consumidos para sua realização. Nesse sentido, na dimensão externa, o conjunto de bens e serviços ecossistêmicos foi identificado a partir das dependências dos serviços ecossistêmicos para a concretização do processo produtivo desenvolvido pelas entidades agropecuárias, em seguida valorados e contabilizados pelas respectivas entidades.

3 | APLICAÇÃO DO MODELO CONTÁBIL DE EVIDENCIAÇÃO DAS RECEITAS ECOSISTÊMICAS

O modelo contábil proposto foi aplicado em quatro entidades agropecuárias que exercem suas atividades na bacia do Rio São Lourenço MT. As entidades que foram objetos deste estudo não reconheceram, em suas demonstrações contábeis publicadas no ano de 2015 e 2016, os serviços ecossistêmicos providos e absorvidos no desenvolvimento de suas atividades produtivas. As receitas reconhecidas nas demonstrações contábeis publicadas correspondem, principalmente, à venda de

produtos agropecuários, prestação de serviços, recebimentos de contribuições. A seguir evidencia-se o montante das receitas divulgadas de cada entidade investigada (tabela 1).

Número e data do Diário Oficial	Receitas	Lucro Bruto
26514 de 13/04/2015	22.327.000,00	4.737.000,00
26559 de 22/06/2015	1.963.959,90	971.209,00
26581 de 22/07/2015	9.082.181,00	2.983.059,00
8970 de 27/07/2015	137.990.000,00	32.215.000,00
26785 de 25/05/2016	3.840.472,84	2.729.867,61
26846 de 23/08/2016	18.324.952,00	2.963.288,00
26853 de 01/09/2016	14.360.000,00	1.930.000,00
9215 de 28/07/2016	137.184.000,00	39.708.000,00

Tabela 1. Valor das receitas em reais das atividades agropecuárias de cada entidade

Fonte: demonstrações contábeis das entidades agropecuárias.

Os valores das receitas demonstradas na tabela 1 correspondem à comercialização de produtos agropecuários como soja, milho, cana de açúcar, suínos e bovinos. Conforme afirmado anteriormente, em nenhuma das demonstrações contábeis das entidades investigadas foram registradas receitas de serviços ecossistêmicos.

Embora concomitantemente com diversos produtos agrícolas e pecuários, é produzida uma série de bens e são providos diversos serviços ecossistêmicos. Nesse sentido, a atividade agropecuária desempenha um papel dúplice, isto é, pelo usufruto dos serviços ecossistêmicos no processo produtivos é consumidora e, por outro lado, quando se incumbe de produzir e prover bens e serviços ecossistêmicos, é provedora (produtora).

Além disso, na produção agrícola via de regra, apenas os grãos, frutos e fibras são considerados como receita de produção, embora, nesse processo produtivo, ocorra a produção de folhas, galhos, troncos e raízes. A produção conjunta de produtos agropecuários e biomassa têm um impacto significativo sobre o desempenho das atividades agrícolas. Assim, a apuração dos volume produzidos de grãos e de biomassa são imprescindíveis para procedimentos de controle e contabilização.

3.1 Cálculo das receitas ecossistêmicas na dimensão interna

No cultivo de soja, estimou-se o volume produzido de biomassa a partir dos estudos realizados por ROSSI *et al.* (2013), que avaliaram as taxas de decomposição e a dinâmica da liberação de N, P e K de resíduos culturais na entressafra da soja cultivada sob plantio direto. Eles concluíram que a produção média de biomassa

seca de braquiária + soja foi de 6,1 toneladas por hectare.

Tendo em vista que, no cultivo de soja na entidade agropecuária situada na bacia hidrográfica do São Lourenço/MT na safra 2014/15 e 2015/16, as práticas agropecuárias adotadas apresentam algumas semelhanças com as adotadas no estudo de ROSSI *et al.* (2013), considerou-se o volume de produção de biomassa apurado pelos autores como o volume aproximado ao produzido na área de estudo, embora recomenda-se dispor dos volumes reais de produção de grãos e biomassa.

Para valorar a contribuição da biomassa remanescente do cultivo agrícola através da reciclagem de nutriente, apoiou-se nos dados de LACERDA (2014), que aferiu os níveis de NPK no cultivo de soja – milho e observou uma redução de 13% na aplicação formulada NPK 10-32-10 com relação às quantidades normalmente aplicadas nesses cultivos.

Deve-se considerar que parte da necessidade dos nutrientes necessários para o cultivo (13%) é suprida pela reciclagem da biomassa. É preciso considerar ainda dados divulgados pelo SENAR-MT, IMEA e EMBRAPA (2015), referentes aos valores de custos unitários por hectare em Mato Grosso com fertilizantes no cultivo de soja na safra 2014/15, no valor de R\$ 690,84 com macronutrientes e os custos de fertilizantes da cultura de milho de R\$ 534,16 com macronutrientes, o que totaliza um custo com fertilizantes de R\$ 1225,00 e, na safra 2015/16, respectivamente, os custos foram: soja 807,04 e milho 613,86, de modo a totalizar R\$ 1.520,80.

Para determinar o valor da receita da produção da biomassa, assumiu a hipótese de que os custos de fertilizantes apurados pelo IMEA (2015), de R\$ 1.225,00 e IMEA (2016) de R\$ 1.520,80 por hectare, correspondentes apenas a 87% das necessidades de fertilização das culturas. O restante das necessidades é provido pelos restos culturais (biomassa), o valor de R\$ 183,04 e, respectivamente, de R\$ 227,24 correspondem a 13% dessa necessidade, logo, ocorreu a redução observada no trabalho de LACERDA (2014).

Os valores de R\$ 183,04 e R\$ 227,24 representam o valor estimado por hectare da receita de produção de biomassa para o sistema de cultivo soja/milho, multiplicando pela quantidade de hectares cultivados. Considerando a área produtiva da entidade de 550 hectares, encontra-se o valor total de receita ecossistêmica de produção: R\$ 100.672,00 na safra de 2014/15 e R\$ 124.982,00 na safra de 2015/16.

No cultivo de cana de açúcar, a produção de biomassa foi estimada considerando os dados de estudo realizados por PAULA *et al.* (2012), que objetivou organizar informações da produção de cana de açúcar, dados esses mostrados na (tabela 2).

Cana de açúcar	Biomassa MS há	<% de C na MS	t C há
Colmos	21,48	42,86	9,21
Palhada	10,47	42,86	4,49
Raízes	1,98	42,86	0,85
Total	33,88 t MS há	42,86	14,55

Tabela 2. Matéria seca e de carbono contido na biomassa de cana de açúcar

Fonte: PAULA *et al.* (2012 p. 107).

O volume evidenciado de 33,88 t MS é bem próximo ao apurado por OLIVEIRA *et al.* (2014) que quantificaram a produção de biomassa aérea e radicular do cultivo de cana em 32,42 toneladas por hectare de matéria seca (MS) e de FRANCO (2008), que identificou o aporte da palhada da parte aérea e da rebrota do sistema radicular em 28,9 toneladas por hectare.

No o cálculo da receita de serviços ecossistêmica nas safras 2014/15 e 2015/16, a partir da utilização dos dados apurados por LOMBARD *et al.* (2012) e ANDRADE *et al.* (2011), que demonstraram respectivamente um benefício de R\$ 14,76 de reciclagem de nutrientes e R\$ 12,80 de controle de erosão por hectare/ano proporcionado pela biomassa acumulada no solo. Para os 23.000 hectares cultivados com cana de açúcar pela entidade investigada, tem-se estimativa de receita de serviços ecossistêmicos de R\$ 633.880,00 por ano.

A disponibilidade do nutriente NPK presente nos dejetos de bovino apoiou-se nos dados de estudo realizado por SANTOS (2012). A quantidade de nutrientes presentes nos dejetos de bovino, segundo alguns autores organizados por SANTOS (2012), é demonstrada na (tabela 3).

Autores	Nitrogênio N	Fósforo P	Potássio K
NOGUEIRA (1983)	0,34	0,13	0,4
KIEHL (1985)	1,67	0,86	1,37
AMORIM (2002)	2,05	1,44	1,49
PRESTES (2007)	0,3	0,17	0,1

Tabela 3. Quantidade de nutrientes em % presente nos dejetos de bovinos

Fonte: SANTOS (2012, p 42).

A disponibilidade média de N, P, K estimada por SANTOS (2012) em 0,11, 0,4, 0,9 Kg por animal/dia respectivamente, foi utilizada para valoração monetária da reciclagem de nutriente dos dejetos de bovinos na entidade investiga. Inicialmente converte-se a quantidade de nutrientes para uma fórmula comercial de NPK. Segundo RIBEIRO *et al.* (1999) para encontrar as relações dos nutrientes 0,11Kg

de nitrogênio; 0,3Kg fosforo e 0,9Kg potássio, basta dividir esses quilogramas pelo menor deles (0,11); tem-se uma relação de NPK. $0,11/0,11 = 1$; $0,4/0,11 = 3,63$; $0,9/0,11 = 8,18$.

O resultado apurado 1 - 3,63 - 8,18 multiplicado por x, considera-se x os números naturais {1, 2, 3, 4, ..., n}, convertem-se os nutrientes para diversas fórmulas comerciais de NPK compatíveis, para x = 2, obtém-se a seguinte fórmula: Nitrogênio 2% - Fosforo 7,26%-Potássio 16,36, entretanto, a fórmula comercial de fertilizantes equivalente é expressa apenas por números inteiros, ou seja, **2-7-16**.

Para atingir as respectivas quantidades de nutrientes presentes nos dejetos de bovinos, são necessários 5,62 Kg da fórmula de NPK 2-7-16, ou seja; 2% de 5,82Kg equivalem a 0,11Kg de nitrogênio, 7% de 5,82kg equivalem a 0,4Kg fosforo e 16% de 5,82kg equivalem a 0,9kg de potássio.

Para o ano de 2014, tem-se: 5,82 quilos multiplicados por 365 dias, multiplicado por 8.569 quantidade de animais, dividido por 1000Kg, tem-se 17.577,58 toneladas fertilizantes. No ano de 2015, tem-se 5,82 quilos multiplicados por 365 dias, multiplicado por 7.500 quantidade animais dividido por 1000Kg é igual 15.384,75 toneladas de fertilizantes. Os preços praticados no mercado na bacia do São Lourenço – MT foram R\$ 1.048,00 e R\$ 1.001,00, respectivamente. O valor da receita ecossistêmica de reciclagem de nutrientes N-P-K contidos nos dejetos foram em 2014 de R\$ 16.325.303,84, e em 2015 de R\$ 15.400.134,75.

Na atividade de suinocultura a entidade investigada adota o ciclo completo (cria, recria e terminação de suínos). A produção de dejetos e a reciclagem de nutriente foi estimada de acordo com proposta de PEDOMO *et al.* (1999); os autores propõem a utilização dos seguintes volumes de dejetos por tipo de criação, (tabela 4).

Tipo de granja	Nível de diluição		
	Baixa	Media	Alta
Ciclo completo (litro/matriz/dia)	100	150	200
Unidade produção leitões (litro/matriz/dia)	60	90	120
Unidade de terminação (litro/animal/dia)	7,5	11,2	15

Tabela 4. Volume de dejetos de acordo com o tipo de granja e nível de diluição.

Fonte: PEDOMO *et al.* (1999).

A composição físico – química dos dejetos sugerida por PEDOMO *et al.* (1999) apresentada na (tabela 5).

Tipo de nutriente	Nível de diluição		
	Baixa	Média	Alta
Matéria seca %	5,70	3,80	2,90
Nitrogênio N (Kg/m3)	2,70	1,80	1,40
Fósforo P (Kg/m3)	0,94	0,62	0,47
Potássio K (Kg/m3)	1,51	1,00	0,75

Tabela 5. Concentração de elementos nos dejetos suínos de acordo com o nível de diluição

Fonte: PEDOMO *et al.* (1999).

Assim, para o cálculo adotou-se o volume diário médio de dejetos produzidos por este sistema de criação de suínos estimado por PEDOMO *et al.* (1999) em 150 (litro/matriz/dia) para o plantel de 856 matrizes pertencentes à entidade investigada estimou-se, aproximadamente, 128,4m³ de dejetos ao dia.

Consideraram-se as concentrações de nutrientes NPK nos dejetos dos suínos estimadas por PEDOMO *et al.* (1999) em N =,8 Kg/m³; P = 0,62 Kg/m³ e K = 1,0 Kg/m³. Para atingir as respectivas quantidades de nutrientes, são necessários 7,82 Kg da fórmula de NPK 23-8-13, ou seja; 23% de 7,82Kg equivalem a 1,80Kg de nitrogênio, 8% de 7,82 equivalem a 0,62Kg de fósforo e 13% de 7,82 equivalem a 1,0kg de potássio. O valor da receita ecossistêmica de reciclagem de nutrientes foi em 2014 de R\$ 576.488,77, e em 2015 de R\$ 591.881,35.

3.2 Cálculo das receitas ecossistêmicas na dimensão externa

Os benefícios possíveis de serem auferidos com a expansão das atividades agropecuárias foram calculados utilizando as margens de contribuição das atividades agropecuárias desenvolvidas nas safras 2014/15 e 2015/16 e a quantidade de área classificada como natural da bacia hidrográfica. A classificação de uso e cobertura do solo na bacia do São Lourenço – MT utilizada foi elaborado pelo projeto TerraClass Cerrado (2015), mostrado na (tabela 6).

Classes	Área (ha)	% da Bacia
Agricultura anual	886.795,473	38,68 %
Agricultura perene	32.097,044	1,4 %
Água	5.731,615	0,25 %
Área urbana	9.929,113	0,42 %
Área natural	841.171,817	36,69 %
Mineração	6.877,938	0,30 %
Mosaico de ocupações	2.751,175	0,12 %
Não observado	687,793	0,03 %
Pastagem	468.387,578	20,43 %

Silvicultura	27.053,222	1,18 %
Solo exposto	11.463,230	0,50 %
Total	2.292.646	100,00 %

Tabela 6. Classe de uso e cobertura do solo na bacia São Lourenço-MT

Fonte: MMA - Projeto TerraClass Cerrado - Organização: Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento/DEGEO/ICHS/CUR/UFMT.

Constatou-se a absorção dos serviços ecossistêmicos por parte de cada entidade agropecuária de forma reversa, ou seja, os produtos agropecuários desenvolvidos têm suas origens em processos biológicos, são dependentes de condições climáticas favoráveis, de nutrientes em qualidade e quantidade satisfatória, do controle de pragas e de doenças para o desenvolvimento vegetativo dos cultivos e criações. Os principais produtos agropecuários desenvolvidos e as respectivas áreas ocupadas na bacia hidrográfica analisada segundo o IBGE (2015) na safra 2015/16 demonstrados a seguir (tabela 7).

BHSL	Área destinada ao cultivo em há				Bovinocultura	
	Soja	Cana	Milho	Algodão	Bovino	Área (ha)
Total	858.333	20.211	387.909	184.215		544.848
% da área	43,01	1,02	19,43	9,23		27,31

Tabela 7. Área utilizada nas atividades agropecuárias na bacia São Lourenço – MT em 2015

Fonte: IBGE – produção agrícola municipal 2015.

As margens de contribuição dos principais produtos agropecuários produzidos na bacia do São Lourenço, para fins de aplicação do presente estudo, foram calculadas utilizando os valores apurados pelo SENAR, IMEA e EMBRAPA (2015). O custo de produção de cana de açúcar apurado pelo IMEA, na região centro-sul do Estado de Mato Grosso, ficou em um custo estimado operacional total de R\$ 4.590,54 por hectare e uma receita de R\$ 3.846,78 por hectare, o que resultou em um prejuízo de R\$ 743,76 por hectare demonstradas na (tabela 8).

Margem de contribuição safra 2014/15				
Contas	Soja	Milho	Bovino	Cana
Preço de venda R\$	49,65	15,00	114,75@	
Produtividade por há	51,9 sc	128 sc	17@	
Receita – R\$/há	2.484,95	1.895,50	1.343,80	3.846,78
Custos variáveis 12/14	1.671,74	1.258,11	991,72	3.254,93
Margem contribuição	813,21	637,39	352,08	591,85
Margem de contribuição safra 2015/16				

Preço de venda R\$	56,13	16,67		
Produtividade por há	53,13 sc	128 sc	17@	
Receita – R\$/há	2.884,53	2.089,30	1.383,35	3.846,78
Custos variáveis	1.977,04	1.465,86	1.012,71	3.254,93
Margem contribuição	907,49	623,44	370,64	591,85

Tabela 8. Margem de contribuição safra 2014/15 e 2015/16

Fonte: SENAR, IMEA e EMBRAPA (2015).

Salienta-se que a conversão das áreas naturais da bacia hidrográfica do São Lourenço em áreas agropecuárias consiste em alternativa inviável ou proibitiva. Dentre outros motivos, pelo papel que desempenham na preservação da biodiversidade, bem como pela sua contribuição para provisão de habitat, para a regulação climática, para o controle da erosão, entre outros serviços. A proposição do uso alternativo dessas áreas, no presente estudo, visa tão somente mostrar a exequibilidade da valoração pelo método de custo oportunidade e contabilização das receitas de serviços ecossistêmicos. A seguir demonstra-se o montante do custo oportunidade (tabela 9).

Produtos	MCU R\$/ha	% de uso	Natural	Custo oportunidade	
			841.171,81	Total	Unitário
Soja	813,21	44,90	228.537,88	185.849.289,40	216,27
Milho	637,39	19,14	97.421,27	62.095.343,29	169,57
Cana de açúcar	591,85	1,12	5.700,72	3.373,97	157,75
Outros cultivos		8,52	43.366,22		
Bovinocultura	352,08	26,32	133.966,97	47.167,09	93,64
Agropecuária			508.993,06		
Outros uso solo			332.178,75		

Tabela 9. Custo oportunidade na bacia do Rio São Lourenço safra 2014/15

Fonte: Resultado da pesquisa.

O valor do custo oportunidade total foi calculado multiplicando a quantidade de área natural, pelo percentual das áreas utilizadas e em seguida pela margem de contribuição de cada tipo de cultivo e ou criação. A margem de contribuição da atividade agropecuária sacrificada para existência de áreas naturais e os respectivos ecossistemas na bacia do São Lourenço corresponde ao valor possível de ser auferido pelas mudanças de uso nas áreas preservadas, conforme mostra (tabela 10).

Produtos	MCU R\$/há	% de uso	Natural	Custo oportunidade	
			841.171,81	Total	Unitário
Soja	90749	43,10	219.376,00	199.081.526,20	231,93
Milho	623,44	19,43	98.897,35	61.656.563,88	158,94
Cana de açúcar	591,85	1,02	5.191,72	3.072.719,48	152,03
Outros cultivos		9,14	46.521,96		
Bovinocultura	370,64	27,31	139.006,03	51.521.194,96	94,56
Agropecuária			508.993,06		
Outros uso solo			332.178,75		

Tabela 10. Custo oportunidade na bacia do Rio São Lourenço safra 2015/16

Fonte: Resultado da pesquisa.

O valor das receitas de serviços ecossistêmica é calculada multiplicando o custo oportunidade unitário por hectare pela área de produção de cada entidade. As receitas de serviços ecossistêmicas na dimensão externa (área natural da bacia do São Lourenço das entidades investigadas são: soja/milho safra 14/15 área de 550 ha, e R\$ 212.212,00; cana açúcar área de 23.000 ha, e R\$ 3.628.250,00, Bovino área de 2.000 ha, e R\$ 187.280,00). Na safra 15/16 área de 550 ha, e R\$ 214,978,50; cana açúcar área de 23.000 ha, e R\$ 3.496.690,00, Bovino área de 2.000 ha, e R\$ 189.120,00. Os impactos nos resultados das entidades no ano de 2014, após a contabilização das receitas ecossistêmicas são demonstrados a seguir (tabela 11).

CONTAS		Cultivo soja	Cultivo cana	Bovino	Suíno
DRE	Receita	1.963	130.845	22.327	9.082
	Deduções	5			466
	Custos	987	95.630	17.590	5.633
	Lucro Bruto	971	32.215	4.737	2.983
Modelo	Custos	(312)	(4.262)	(16.512)	(576)
	Receitas das Atividades	659	27.953	(11.775)	2.407
	Receitas Ecossistêmicas	312	4.262	16.512	576
	Lucro Bruto	971	32.215	4.737	2.983

Tabela 11. Reconhecimentos dos custos e das receitas ecossistêmicas na apuração do resultado (safra 2014/15 em milhares de reais)

Fonte: resultado da pesquisa.

Cabe destacar que tal modelo evidenciou a contribuição dos ecossistemas para a formação do resultado das entidades agropecuárias. Todas as entidades investigadas apresentavam lucro bruto antes do reconhecimento contábil dos bens e serviços ecossistêmicos. Com a contabilização desses bens e serviços,

constatou-se que esse lucro bruto é constituído, em grande parte, pela contribuição dos ecossistemas. Verificou-se, ainda, que as contribuições dos ecossistemas para a formação do lucro bruto nas safras 2014/15 e 2015/16 foram respectivamente: cultivo de soja 32% e 12%; cultivo de cana 13% e 10%; bovinocultura 348% e 807%; suinocultura 19,8% e 19,9%.

4 | CONCLUSÃO

As entidades investigadas neste estudo, além da produção de produtos agropecuários, provêm uma série de bens e serviços. Alguns desses bens e serviços são passíveis de serem absorvidos nos cultivos subsequentes da entidade. Outros possuem um enorme potencial para promover o bem-estar humano, como por exemplo, a regulação atmosférica por meio do sequestro de carbono nos restos culturais.

Os resultados da contabilização das receitas de serviços ecossistêmicas demonstram que as atividades agropecuárias estabelecem relações com os ecossistemas que impactam os custos e o desempenho das entidades. O reconhecimento e a comunicação do valor dos serviços ecossistêmicos propiciam aos usuários das demonstrações contábeis condições de conhecer e analisar a economia obtida com o usufruto dos ecossistemas e o real custo das atividades executadas.

O modelo contábil aplicado se mostrou operacional, adequado aos propósitos de sua utilização e de promissora aplicabilidade. Foi observado que a internalização contábil dos serviços ecossistêmicos introduz novos dados na apuração do resultado das entidades. Os novos dados enriquecem a análise das demonstrações contábeis no sentido de capacitar os produtores rurais e os demais usuários para a tomada de decisão.

Os limites principais desta pesquisa relacionam-se com a disponibilidade de informações referentes às bacias hidrográficas; a maioria dos dados disponíveis foram apurados por delimitações políticas e administrativas. Outro limite diz respeito à inexistência de controle interno por parte das entidades do consumo de bens e serviços providos pelos ecossistema, dos volumes produzidos de biomassa e dejetos das atividades desenvolvidas.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Nilo S. F. de; MARTINS FILHO, Marcilio Vieira; TORRES, José L. R.; PERREIRAS Gener Tadeu; MARQUES JUNIOR, José. **Impacto técnico e econômico das perdas de solo e nutrientes por erosão no cultivo da cana-de-açúcar**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 31, n. 3, p. 539-550, 2011.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Mapeamento do Uso e Cobertura do Cerrado: **Projeto TerraClass Cerrado**. 2013. Brasília: MMA, 2015, 67p.

FRANCO, Henrique Coutinho Junqueira. **Estoque de nutrientes em resíduos culturais incorporados ao solo na reforma de áreas com cana-de-açúcar**. 2008, 127f. Tese (doutorado agronomia). Escola Superior de agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

EUGÉNIO, Teresa Pereira. **Contabilidade e Gestão Ambiental**. Lisboa, Áreas Editora, 2004, 255p.

GENELETTI, Davide. **Integrating Ecosystem Services in Strategic Environmental Assessment: A guide for practitioners. A report of Proecoserv**. Nairobi, UNEP: UNION, 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal: culturas temporárias e permanente**. Rio de Janeiro. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal: culturas temporárias e permanente**. Rio de Janeiro. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Atlas do Censo Demográfico 2010**, Rio de Janeiro, 2013. 156p.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL DE MATO GROSSO. INSTITUTO MATO-GROSSENSE DE ECONOMIA AGROPECUÁRIA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA AGROSSILPASTORIL. **Rentabilidade no meio rural em Mato Grosso Relatório Final – 2015**. Cuiabá, 2015. 175p.

LACERDA, Julian Júnio de Jesus. **Aferição da Adubação NPK e de níveis críticos para o sistema soja-milho de fertilidade construída**. 2014. 112f. Tese (doutorado fertilidade do solo e nutrição de plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

LOMBARD Gabrielle Maria Romeiro; GIROTO. Vinícius Soares; LOMBARD, Nicolay Maria Romeiro; PERES, Moreira. Milena; SILVA, Sergio Delmar Anjos; ALVES, Camila Elisa Santos; ABÍLIO, Ramon Simões. **Uso da palha de cana de açúcar como fonte de bioenergia versus a sua contribuição nutricional quando mantida no solo**. In: 7º CONGRESSO INTERNACIONAL DE BIOENERGIA, 7, 2012, São Paulo. **ANAIS...** São Paulo, 2012. p. 1-20.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT - MEA. **Ecosystem and Human Well-Being: Synthesis**. Washington DC: Island Press, 2005. 137p.

OLIVEIRA, Anderson Ramos de; BRAGA, Marcos Brandão; SANTOS, Bruno Leonardo Santana. **Produção de biomassa de cana de açúcar no vale do São Francisco**. Energia na Agricultura, Botucatu, v. 29, p.14-21, 2014.

PAULA, Mauro de; PERREIRA, Francisco Assis Rolin; ARIAS, Rubens Arrabal; SCHEEREN, Bruno Ricardo. **Fixação de Carbono e a Emissão dos Gases de Efeito Estufa na Exploração da Cana de Açúcar**. In: LUDWIG, Juliane; PEDRINHO, Denise Renata. Produção e Gestão Agroindustrial. Campo Grande, Anhanguera, 2012, p. 93 - 111

PERDOMO, Carlos Claudio; COSTA, Rejane Ribeiro H. da; MEDRI, Waldir; MIRANDA, Claudio Rocha da. Comunicado Técnico CT- 234, **Embrapa Suínos e Aves**, Concordia, p. 1-5, 1999.

RIBEIRO, Antonio Carlos; GUIMARÃES, Paulo Tácito Gontijo; ALVAREZ, Vitor. Hugo. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação**. Departamento de solo da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999. 359p.

ROSSI, Celeste Queiroz; PEREIRA, Marcos Gervasio; GIÁCOMO, Simone Guimaraes; BETTA, Marconi; POLIDORO, José Carlos. **Decomposição e liberação de nutrientes da palhada de braquiária, sorgo e soja em áreas de plantio direto no cerrado goiano**. Ciências Agrárias,

Londrina, v. 34, n. 4, p. 1523-1534, 2013.

SANTOS, Izabel Aparecida dos. **Emissões de gases de efeito estufa (GEE) associadas a bovinocultura: o valor fertilizante do esterco e o impacto da biodigestão anaeróbia.** 2012. 73f. (Dissertação em Engenharia de Energia) - Universidade Federal de Itajubá, Itajubá.

SANTOS, Izabel Aparecida dos e NOGUEIRA, Liz Augusto Horta. **Estudo energético do esterco bovino: seu valor de substituição e impacto da biodigestão anaeróbia.** Revista Agroambiental, Pouso Alegre, v. 4, n. 1, p. 41-49, 2012.

THE ECONOMICS OF ECOSYSTEM AND BIODIVERSITY - TEEB. **Report for Business - Executive Summary.** Genova, 2010. 217 p

INFLUENCIA DA ALTURA DA ÁRVORE NAS CARACTERÍSTICAS DAS MADEIRAS DE *Pinus taeda* L. E *Pinus patula* Schltl & Cham

Data de aceite: 21/11/2019

Bibiana Regina Argenta Vidrano

Universidade Federal de Santa Maria, PPGEF,
Santa Maria – RS

Fernando José Borges Gomes

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
(UFRRJ), Seropédica – RJ

Cristiane Pedrazzi

Universidade Federal de Santa Maria,
Departamento de Ciências Florestais, Santa Maria
– RS

Talita Baldin

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG),
Montes Claros – MG

Luciano Denardi

Universidade Federal de Santa Maria,
Departamento de Ciências Florestais, Santa Maria
– RS

Diego Pierre de Almeida

Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul
(UEMS), Aquidauana – MS

RESUMO: O uso da madeira de pinus cresce a cada ano, e com as tendências de elevação do custo da madeira, florestas de usos múltiplos tem se tornado cada vez mais frequentes, e pesquisas sobre esta madeira ainda são necessárias para destiná-las a um consumo industrial adequado. O objetivo do presente trabalho foi determinar as propriedades

químicas, físicas e anatômicas das madeiras de *Pinus taeda* e *Pinus patula* em três alturas da árvore ao longo do troco. Três árvores de cada espécie foram coletadas de um plantio comercial com espaçamento 2X2m na região sul do Brasil, as quais foram subdivididas em base, meio e topo. As análises químicas e densidade seguiram Normas TAPPI e ABNT e as análises anatômicas foram determinadas por dois métodos: medição visual da porcentagem de lenho inicial e tardio e medição das fibras para determinar as proporções de lenhos juvenil e adulto. Ambas espécies apresentaram menor teor de extrativos, compostos inorgânicos e carboidratos e maior teor de lignina para madeira de topo. A densidade básica das madeiras da base foi superior das madeiras de meio e topo. Em ambas as espécies a madeira de base apresentou uma estabilização no crescimento das fibras, indicando presença de lenho adulto, o que não ocorreu com as madeiras de topo.

PALAVRAS-CHAVE: lenho juvenil e adulto; variabilidade; propriedades física e mecânicas; três alturas.

INFLUENCE OF THE TREE HEIGHT ON THE WOOD CHARACTERISTICS OF *Pinus taeda* L. AND *Pinus patula* Schltl & Cham

ABSTRACT: The need for pine wood grows every year and research on this wood is still

needed to target them for adequate industrial consumption. This paper objective was the chemical, physical and anatomical properties determination of *Pinus taeda* and *Pinus patula* wood in three different height classes. Three trees of each studied species were harvested from a commercial forest with 2X2 meters spacing in the Brazilian's southern region, and the logs were divided into 3 parts classified as bottom, middle and top. Chemical analyzes and density were done by the TAPPI and ABNT standards and anatomical analyzes were determined by two methods: visual measurement of earlywood and latewood percentage and fibers measurement to determine juvenile and adult wood proportion. Both species presented lower extractives, ash and carbohydrates content and higher lignin content for top wood. Basic density of bottom wood was superior to middle and top woods. For both species bottom wood has presented a stabilization in the fibers growth, indicating adult wood presence, which was not observed for the top woods.

KEYWORDS: juvenile and adult wood; variability; physical and mechanical properties; three heights.

1 | INTRODUÇÃO

A madeira, sendo um material heterogêneo, exibe um conjunto de propriedades distintas que a tornam apta para uma vasta gama de usos, e segundo GONÇALEZ et. al (2014) as diversidades de sua estrutura, sobretudo a composição anatômica e química, é refletida em muitas das suas propriedades.

Conforme COTA et. al (2011), a variabilidade entre espécies é atribuída às diferenças genéticas, enquanto que a variabilidade entre clones de uma mesma espécie deve-se a fatores do meio ambiente. Por sua vez, a variabilidade no interior de uma mesma árvore é devida essencialmente aos fatores intrínsecos da madeira que afetam suas características como a densidade, componentes químicos e anatômicos.

O conhecimento da estrutura anatômica da madeira além de auxiliar na identificação da espécie, ajuda no correto direcionamento da madeira ao mercado. Conforme PAULA (2003), o conhecimento da estrutura anatômica da madeira é de fundamental importância no que tange à sua qualificação para atender a grande variedade de usos, evitando-se emprego inadequado e desperdício.

A densidade da madeira está diretamente ligada a anatomia da espécie, e segundo POUBEL et. al (2011), a densidade é um forte indicador de qualidade. Ela varia entre as espécies, dentro de uma mesma espécie e até dentro de uma mesma árvore nos sentidos radial e axial, sendo influenciada por fatores internos (i.e. posição no tronco, proporção de madeira adulta e juvenil, proporção de cerne e alburno) e externos.

A heterogeneidade da madeira no sentido axial é uma fonte de variação

importante, e esta é determinada pelas proporções de madeira juvenil e adulta e suas características físicas, mecânicas, químicas e anatômicas ao longo do raio (GONÇALVES et al., 2007).

Ainda quanto ao uso da madeira como matéria prima para atividades industriais, se observa uma tendência de aumento de custo dessa matéria prima (REFERENCIAS). Para minimizar custo, tem sido comum no setor florestal a prática de florestas para usos múltiplos, que tem como premissa utilizar a madeira para mais de uma atividade industrial, como para serraria e celulose, por exemplo. Ainda quanto ao uso da madeira, é reconhecido que a sua composição anatômica e química tem grande efeito em seu processamento, bem como na qualidade do produto final (REFERENCIAS). Dessa forma, entender as variações na qualidade madeira se torna relevante para que a mesma possa ser utilizada da forma mais racional possível.

Com isto, o objetivo deste estudo foi caracterizar química, física e anatomicamente madeiras de *Pinus taeda* e *Pinus patula*, em diferentes alturas da árvore.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização do estudo foram utilizadas árvores das espécies de *Pinus taeda* e *Pinus patula*, provenientes de plantios comerciais. Foram amostradas 3 árvores de cada espécie com idade de 14 anos, as quais foram derrubadas e seccionadas em toretes de aproximadamente 1m de comprimento em diferentes posições da altura comercial. As alturas escolhidas foram topo com diâmetro abaixo de 18cm, meio com diâmetro entre 18 e 25cm e base com diâmetro acima de 25cm.

Os discos foram seccionados em quatro partes iguais aproveitando-se duas secções opostas para as análises químicas e outras duas para a caracterização física e anatômica. As cunhas destinadas para as análises químicas foram transformadas em cavacos e posteriormente em serragem em moinho Tipo Willey. A serragem foi classificada em peneiras acopladas em agitador eletro-magnético, sendo utilizada a fração 40/60 mesh. Foi necessário secar ao ar livre a serragem até umidade de equilíbrio (aproximadamente 12%). As amostras de madeira (serragem) foram então armazenadas em frascos ermeticamente fechados.

A amostragem e preparação da madeira para as análises químicas seguiram os procedimentos conforme a norma TAPPI (T 264 om – 88). Para a caracterização química das madeiras foram realizadas as seguintes análises: teores de extrativos totais, lignina insolúvel (Lignina Klason) e solúvel em ácido, conteúdos de minerais e de carboidratos (holocelulose = composição dos açúcares). Os procedimentos analíticos empregados foram: extrativos totais (TAPPI T 264 cm-97, adaptada), lignina

insolúvel em ácido (TAPPI T 222 om-98, adaptada), lignina solúvel em ácido (Método de Goldschimid, 1971), compostos inorgânicos (TAPPI T 211 om-93) e carboidratos (TAPPI T 249 cm-85).

A densidade básica das madeiras foi determinada de acordo com a norma NBR 11941-02 (ABNT, 2003). Para tanto, as cunhas foram colocadas em um dessecador com água e realizada a aplicação de vácuo, a fim de facilitar o processo de saturação das fibras. Em seguida, foi calculado o volume imerso em água de cada cunha e então levados para uma estufa de circulação forçada de ar na temperatura de $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, até alcançar massa constante, obtendo assim a sua massa seca. A densidade foi obtida através da divisão do peso seco pelo volume saturado.

Para as propriedades anatômicas, nas seções de melhor visualização dos anéis foi removido o centro da cunha (bagueta) para realização da maceração. Na bagueta o lenho tardio no sentido medula-casca foi removido individualmente em cada anel de crescimento. Este lenho foi fragmentado com uso de estilete, em lascas semelhantes a palitos, e acondicionadas em tubos de ensaio numerados de acordo com o anel de crescimento relativo.

A dissociação do tecido lenhoso foi realizada pelo método de ácido nítrico e ácido acético, conforme descrito no procedimento 02 pp-97 do LCP. O produto da dissociação lenhosa resultou em uma pasta de traqueóides de coloração esbranquiçada, que foi disposta em papel filtro sobre um funil, lavada com água destilada e, em seguida, com etanol 50% por duas vezes consecutivas. Depois de concluídos esses procedimentos, o processo foi finalizado com a coloração dos traqueóides em solução aquosa de safranina 1%, durante trinta minutos. Em seguida, foi efetuada, para cada lenho amostrado, a montagem de quatro lâminas permanentes que foram utilizadas para a determinação de cinquenta leituras de comprimento dos traqueóides em microscópio ótico com auxílio do programa Image-Pro Plus.

Conforme descrito por BENDTSEN & SENFT (1986), devido à gradual variação das propriedades da madeira, o ponto em que uma árvore deixa de produzir madeira juvenil e passa a produzir madeira madura não é bem definido. No entanto, há um ponto em que essas propriedades se estabilizam e até decrescem, a partir deste podemos estabelecer que o lenho passa de juvenil para adulto.

As análises estatísticas para propriedades químicas e físicas foram realizadas utilizando-se o software Genes, onde através de um bifatorial 3x2 foram avaliadas as interações entre as alturas axiais e as espécies, com um nível de 5% de significância. Nos fatoriais podemos, por meio dos efeitos das interações, verificar se um fator é independente ou dependente do outro.

Se a interação der não significativa, quer dizer que os fatores são independentes, ou seja, o comportamento da classe de diâmetro não depende da espécie. Nesse

caso as conclusões em separado para as médias serão válidas. Posteriormente os dados foram submetidos à análise de variância e as médias, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para as propriedades anatômicas foi aplicado um teste de médias, onde a análise de variância e as médias, foram analisadas pelo teste de Tukey com 95% de confiança.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os valores médios para as análises químicas e de densidade básica realizadas nas madeiras de *Pinus taeda* e *Pinus patula* nas diferentes classes de alturas.

	ALTURA	LIGNINA KLASON (%)	LIGNINA SOLÚVEL (%)	EXTRATIVOS TOTAIS (%)	CARBOIDRATOS (%)	CINZAS (%)	DENSIDADE BÁSICA (g/cm ³)
<i>Pinus Patula</i> (P)	Topo (P)	26,58 bA	0,5855 *	2,19 aB	71,32 *	0,16 *	0,402 Ab
	Meio (M)	24,30 aA	0,6467 *	2,22 aA	71,52 *	0,20 *	0,415 Ab
	Base (B)	23,93 aA	0,5827 *	2,41 bA	72,14 *	0,20 *	0,490 Aa
<i>Pinus Taeda</i> (T)	Topo (P)	25,88 bA	0,6145 *	1,96 aA	71,32 *	0,19 *	0,378 Ab
	Meio (M)	25,80 bB	0,6075 *	2,30 bA	72,84 *	0,20 *	0,434 Aa
	Base (B)	24,45 aA	0,6009 *	2,94 cA	72,94 *	0,23 *	0,465 Ba

Tabela 1. Análises químicas e densidade básica realizadas nas madeiras de *Pinus patula* e *Pinus taeda*, nas três alturas das árvores.

* interação não significativa. Interação significativa, as médias seguidas de letras iguais, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Como pode ser observado na Tabela 1, as madeiras de pinus apresentaram teores de lignina total que variaram de 23,9 a 26,6%, os quais estão de acordo com os valores encontrados na literatura (SJÖSTRÖN & ALÉN, 1998; D'ALMEIDA, 1988).

A interação mostra que a madeira topo apresenta valores superiores a madeira base, e na classe de meio, a espécie *Pinus patula* apresenta teor maior de lignina que o *Pinus taeda*. Outros autores também encontram na porção superior da árvore teores mais elevados de lignina. LATORRACA & ALBUQUERQUE (2000) e LARSON et al. (2001) comparando o lenho adulto (proporção maior na base da árvore) e o lenho juvenil (proporção maior no topo da árvore) de espécies de coníferas de rápido crescimento, encontram um maior conteúdo de lignina no lenho juvenil.

BENDTSEN (1978), afirma que as madeiras de coníferas de rápido crescimento não são uniformes, a madeira dos primeiros anéis formados apresenta, entre outras características, um maior teor de lignina. O autor cita também que em anéis sucessivos, verifica-se uma mudança nas características, como diminuição do teor de lignina, caracterizando também uma transição do lenho juvenil para o lenho adulto.

A lignina Klason, ou lignina insolúvel em ácido, apresentou valores crescentes no sentido base-topo da árvore para as duas espécies. O teor de lignina com estruturas químicas menos resistentes à degradação e solubilização, determinada como lignina solúvel, característico das madeiras de coníferas, variou de 0,58 a 0,65%, conforme Tabela 1.

Os teores de lignina solúvel não apresentaram diferenças significativas. Estes valores baixos, próximos a zero, são comuns para as madeiras de coníferas. MORAIS et al. (2005) estudando a madeira de *Pinus oocarpa* verificou, que com os valores de absorvância nos comprimentos de onda de 215 e 280 nm registrados no espectro de ultravioleta (UV) e aplicados à equação, foi calculado um valor negativo. Com isso o autor concluiu que não se obteve lignina solúvel pelo procedimento de Klason. Ele ainda afirma, que as ligninas de madeiras coníferas têm normalmente baixa solubilidade em solução ácida, ao contrário de ligninas de madeiras de folhosas. Os baixos valores de lignina solúvel, quando comparado por exemplo às madeiras de folhosas, é resultado da composição química da lignina das coníferas, que possuem a lignina composta principalmente por unidades guaiacila, sendo assim mais passível de condensamento durante a hidrólise ácida realizada para a análise dos teores de lignina (REFERENCIAS). Estes resultados indicam potenciais usos para a madeira de costaneiras, que seriam de interesse para a produção de polpa celulósica, por exemplo. Para a produção de polpa celulósica menores teores de lignina são desejáveis (REFERENCIAS).

Os componentes da madeira extraíveis em solventes orgânicos neutros e água, comumente denominados de extrativos, apresentaram valores entre 1,96 e 2,94% conforme Tabela 1. Com interação significativa entre os tratamentos, os extrativos apresentaram valores crescentes no sentido topo-base da árvore para as duas espécies, e para a classe de Topo, o *Pinus patula* apresentou maior teor de extrativos do que o *Pinus taeda*.

A variação observada para o teor de extrativos pode estar relacionada à formação do lenho adulto. BURGER & RICHTER (1991) verifica no processo de formação deste lenho o aumento de várias substâncias como tanino, resinas, gorduras, carboidratos e outras substâncias.

PEREIRA & SARDINHA (1984) e GOMINHO et al. (2001) estudando a árvore no sentido base-topo, verificaram uma diminuição do teor de extrativos da base para o topo da árvore. Para os autores esta variação está diretamente relacionada com a presença do cerne, sendo que na base da árvore a porcentagem de cerne é superior ao topo. Conforme a Tabela 1, os teores de carboidratos apresentaram valores superiores a 70%. Estatisticamente não houve diferença significativa nem interação entre os tratamentos. Ainda quanto aos extrativos, o teor destes compostos tende a afetar o uso industrial da madeira. Para fins energéticos, os mesmos são benéficos,

e colaboram para um maior poder calorífico da madeira (REFERENCIAS). Em termos de durabilidade natural da madeira, estudos apontam que maiores teores de extrativos, principalmente lipofílicos, tendem a conferir a madeira uma maior resistência natural (REFERENCIAS). Já para a produção de polpa celulósica, os extrativos não são desejados, sendo menores teores destes na madeira um critério de qualidade da mesma (REFERENCIAS).

Estudando o efeito da classe diamétrica nos parâmetros químicos analisados, VITAL et al. (1989) correlacionaram positivamente o teor de celulose e o sentido topo-base da árvore, ou seja, quanto mais próximo a base maior o teor de carboidratos. Neste estudo, apesar de observarmos um pequeno aumento na direção topo-base, não é possível afirmar que exista essa variação, pois as médias não apresentaram interação e a diferença entre elas não é significativa. Ainda é importante observar que neste estudo foram mensurados os valores de holocelulose, que é o somatório de todas as frações de carboidratos presentes na madeira. Dessa forma, alguma variação pode ter ocorrido entre as frações individuais de celulose e hemiceluloses, pois a tendência é que quando há redução do teor de lignina, também há redução dos teores de hemiceluloses (REFERENCIAS). Contudo o decréscimo de uma fração (hemiceluloses), concomitantemente ao acréscimo de celulose pode ter ocorrido e não foi possível observar a tendência em termos dos teores de holocelulose, mas adianta-se que essa tendência possa ter ocorrido. Esse comportamento é desejável quando se considera o uso da madeira para a produção de polpa celulósica, pois maiores teores de celulose resultam em maiores rendimentos de processo (REFERENCIAS).

Conforme a Tabela 1, os componentes inorgânicos (cinzas) apresentaram valores entre 0,18 e 0,26%. Assim como os carboidratos, as médias não apresentaram interação nos tratamentos. Segundo LEWIN & GOLDSTEIN (1991), na composição das madeiras, em termos médios, o teor de cinzas é representado por aproximadamente 0,4%. Os valores médios deste estudo se encontram abaixo desta média.

Apesar de não haver interação nos tratamentos, os componentes inorgânicos apresentaram diferenças significativas no teste de médias, sendo os valores crescentes no sentido topo-base da árvore para as duas espécies. A madeira *Pinus taeda* apresentou em média maior porcentagem de cinza que o *Pinus patula*. Ainda sobre os conteúdos de minerais, e aplicação industrial da madeira em muitos cenários eles são indesejáveis, tais como na produção de energia e celulose, por exemplo. Os elementos metálicos são responsáveis por corrosão e incrustações em caldeiras e tubulações, decréscimo de poder calorífico, instabilidade de alvura da polpa celulósica, por exemplo (REFERENCIAS).

Os valores encontrados para os diferentes componentes químicos das madeiras

de *Pinus patula* e *Pinus taeda*, neste estudo, confirmam a composição química média de madeiras de coníferas apresentada por COLODETTE (2001) e KLOCK et al. (2005). Os autores apresentam, em média, os seguintes valores: holocelulose: $69 \pm 4\%$ (celulose: $42 \pm 2\%$ e hemiceluloses: $27 \pm 2\%$); lignina: $28 \pm 2\%$ e extrativos: $5 \pm 3\%$. Segundo COLODETTE (2001) as variações em composição química podem ser atribuídas às variações entre espécies, embora exista variações significativas dentro de indivíduo, podendo variar a composição de acordo com a altura do tronco.

A densidade da madeira é uma característica complexa resultante da combinação de diversos fatores, e sabe-se que há relação com as dimensões das fibras, particularmente espessura da parede e volume dos vasos proporcionam entre madeira primaveril e outonal, e arranjo dos elementos anatômicos (REFERENCIAS). VITAL et al. (1981) encontraram um decréscimo significativo na densidade da madeira no sentido axial da árvore.

GAMA et al. (2014) afirma que a densidade básica ao longo do fuste, tem uma tendência linear decrescente, reduzindo a densidade básica da base ao topo. Este estudo foi conduzido nas alturas de 0, 25, 50, 75 e 100% da altura comercial. Segundo os autores, há uma diminuição brusca da posição 0% até à posição 25%, uma pequena variação entre as posições 25% e 75%, voltando a cair bruscamente até 100%. Neste estudo, uma tendência semelhante foi encontrada nas espécies *Pinus patula* e *Pinus taeda*. De acordo com o teste de bifatorial 3x2 apresentado na Tabela 1, foram encontradas evidências de diferenças significativas, ao nível de 5 % de probabilidade, entre os tratamentos. Além de evidenciar que há diferença significativa nas médias de densidade, segundo teste de Tukey ao nível de significância de 5%, onde podemos observar que a densidade básica tende a crescer no sentido topo-base para as duas espécies, sabendo que esta propriedade da madeira é muito complexa e resultante da combinação de diversos fatores, como por exemplo a relação com as dimensões das fibras.

Nylinder (1953), trabalhando com *Pinus spp.* aos 50 anos de idade, encontrou um acréscimo da densidade até cerca de 10% da altura total da árvore, decrescendo em seguida até o topo. E Vital et al (1981), encontraram um decréscimo significativo na densidade da madeira no sentido axial da árvore, bem como apresentado neste trabalho.

A Figura 1 apresentam o comprimento dos traqueídeos por anéis de crescimento, correspondentes as idades das árvores, para as alturas axiais base e topo das madeiras de *Pinus taeda* e *Pinus patula*.

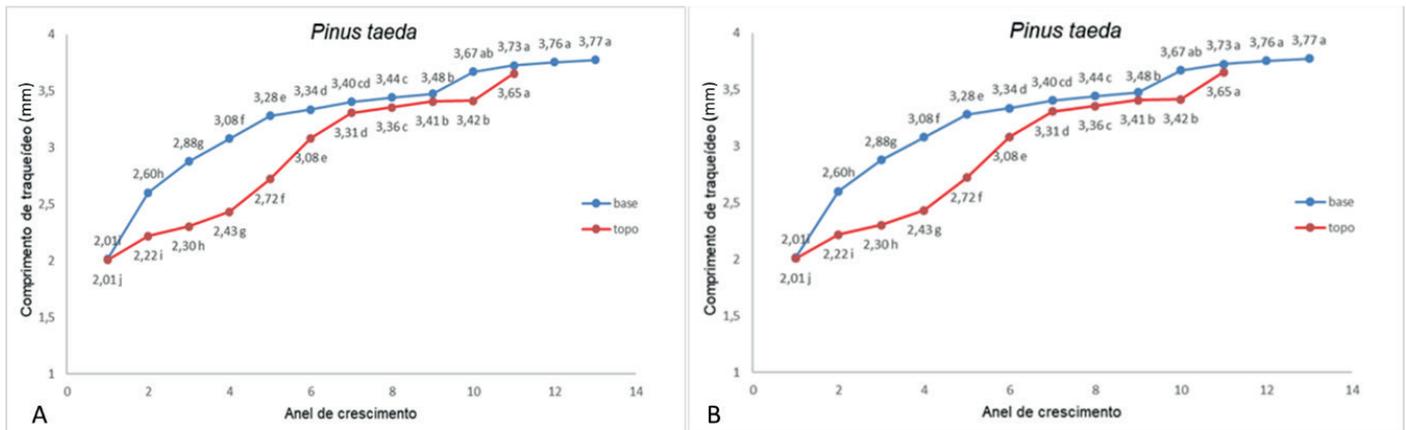


Figura 1. Comprimento dos traqueídeos por anel de crescimento em *Pinus patula* (A) e *Pinus taeda* (B) na classe Topo e Base.

Comparação das médias através do Teste de Tukey ao nível de significância de 5%, medias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes.

Conforme a Figura 1(A), foi observado aumento do comprimento dos traqueídeos com o aumento da idade da árvore (anéis de crescimento), o que pode ser verificado no teste de médias, que sugere que esta classe diamétrica topo não apresenta lenho adulto. Já na madeira de base de *Pinus patula* como podemos observar, nas idades de 9 a 14 anos o crescimento dos traqueídeos tendem a estabilizar, sendo nestas idades o comprimento dos traqueóides idênticos estatisticamente. Com isso podemos afirmar que, esta parcela (anéis de crescimento entre 9 e 14 anos) forma o lenho adulto na classe diamétrica.

A Figura 1 (B) apresenta as medições dos traqueídeos do *Pinus taeda* correspondente a classe diamétrica topo. Podemos observar, pelo teste de médias, que o comprimento dos traqueídeos foi crescente com o aumento da idade da árvore (anéis de crescimento), o que indica a existência de lenho inicial na classe diamétrica.

Na classe diamétrica base do *Pinus taeda* (Figura 1B), até a idade de 10 anos observou-se o aumento do comprimento dos traqueídeos e que, posteriormente, até a idade máxima (14 anos), o comprimento estabiliza, como o indicado no teste de médias. Assim, podemos afirmar que a partir dos 10 anos temos a formação do lenho adulto, e que as idades abaixo desta o lenho encontrado é o juvenil.

Ao observar a Figura 1 é possível verificar que o crescimento dos traqueídeos nos anos iniciais é mais acentuado, diminuindo gradativamente até estabilizar. PALERMO et al. (2013) também encontrou este comportamento, afirmando que o ponto de inflexão da curva permiti delimitar as regiões no lenho, sendo a região de incremento rápido considerada zona juvenil, a região de incremento lento região de transição e a região de estabilização zona adulta.

A quantidade de lenho juvenil e/ou adulto pode ter influência no uso final da madeira. Conforme TREVISAN et al. (2014), a madeira juvenil em maior proporção

no fuste e suas características físicas, mecânicas, químicas e anatômicas diminuem a qualidade da madeira para uso industrial.

Segundo BALLARIN & PALMA (2004), as propriedades químicas, físicas, anatômicas e mecânicas da madeira formada nos primeiros anos de vida das árvores são diferentes, e muitas vezes inferiores às da madeira formada na fase adulta da árvore. De modo geral, o crescimento rápido nas plantações origina a formação de madeira de qualidade inferior e que, atualmente, é grande a proporção de madeira juvenil comercializada nos mercados, trazendo como resultado problemas de qualidade nos produtos obtidos deste tipo de matéria prima.

4 | CONCLUSÕES

Em ambas as espécies estudadas, os teores de extrativos, de compostos inorgânicos e de carboidratos tenderam a diminuir no sentido base-topo, enquanto que os teores de lignina aumentaram. A densidade básica das madeiras de *Pinus patula* e *Pinus taeda* tenderam a diminuir no sentido base-topo da árvore. A classe diamétrica base apresenta, para as duas espécies, maior volume de lenho adulto que a topo.

Isso é de grande relevância para o estudo, pois, a madeira com maior densidade, e maiores dimensões de fibras para a indústria de celulose e papel, pode ser encarada sob os seguintes aspectos: são fatores a serem considerados na produção de celulose, tanto em termos de rendimento por digestor individual quanto em rendimento por unidade de volume de madeira; a densidade uniformizada dentro de um determinado lote de madeira é desejável para a obtenção de um produto final padronizado; a velocidade de impregnação da madeira pelo licor de cozimento e consequente ritmo de deslignificação são influenciados pela densidade, sendo de se esperar que, dentro de uma mesma espécie, madeiras menos densas, como as do topo, sejam mais facilmente deslignificadas; com respeito ao papel obtido de coníferas encontra-se uma relação direta entre a densidade e o tamanho das fibras com a propriedade de resistência ao rasgo.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **ABNT**. Normas técnicas. Rio de Janeiro, 2003.

BALLARIN, A. W; PALMA, H. A. L. Resistência e rigidez da madeira pinus. **Revista da Madeira**. Ed. 83. Ago. 2004.

BENDTSEN, B. A.; SENFT, J. Mechanical and anatomical properties in individual growth rings of plantation grown eastern cottonwood and loblolly pine. **Wood and Fiber Science**, v. 18, n.11, p.23-38,

1986.

BENDTSEN B. A. Properties of wood from improved and intensively managed trees. **Forest Products Journal**. 28(10): 69-72. 1978.

BURGER, L. M.; RICHTER, H. G. **Anatomia da madeira**. São Paulo: Nobel, 154 p. 1991.

COLODETTE, J. L. **QUÍMICA DA MADEIRA**. Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Florestal, Laboratório de Celulose e Papel. 2001.

COTA, L. G. et al. **Genetic diversity of *Annona crassiflora* (Annonaceae)** in northern Minas Gerais State. *Genetics and Molecular Research* 10 (3): 2172-2180. 2011.

D'ÁLMEIDA, M. L. O.; **Celulose e papel** – Tecnologia de fabricação da pasta celulósica, 2 ed, IPT: São Paulo. 1988.

GAMA, A. T. et al. Variações da densidade básica da casca e da madeira do Barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville) **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.18; p. 2014.

GONÇALEZ, J. C. et al. Wood Fiber size and density relationship along the stem of *Eucalyptus urograndis*. **Scientia Foestalis**, Piracicaba, v. 42, n. 101, p. 81-89. 2014.

GONÇALVES, M. P. M. et al. Variação radial da densidade básica e comprimento das fibras da madeira de *Tectona grandis* L. **Floresta e Ambiente**, v.14, n.1, p.70-75, 2007.

GOMINHO, J. et al. Within-tree variation of heartwood extractives and wood density in the eucalypt hybrid *urograndis* (*Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*) . **Wood and Fiber Science**, 33. 2001.

KLOCK, U. et al. **QUÍMICA DA MADEIRA**. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal. 2005

LARSON P. R. Et al. Formation and properties of juvenile wood in southern pines: a synopsis. **Forest Products Laboratory**; General Technical Report. 2001.

LATORRACA J.V.F; ALBUQUERQUE C. E. C. Efeito do rápido crescimento sobre as propriedades da madeira. **Floresta e Ambiente** 2000; 7 (1): 279-291.

LEWIN, M.; GOLDSTEIN, I. S. **Wood Structure and Composition**. New York. M. Decker, p. 488. 1991.

MOKFIENSKI, A. et al. Importância da densidade e do teor de carboidratos totais da madeira de eucalipto no desempenho da linha de fibras. In: **Colóquio Internacional sobre Celulose Kraft de Eucalipto**. 2003, Viçosa: 2003. p15-38.

MORAIS, S. A. L. et al. Análise da madeira do *Pinus oocarpa*. **Revista Árvore**. on-line version ISSN 1806-9088. vol.29 no.3 Viçosa May/June 2005.

NYLINDER, P. - 1953 - Variations in density of planted spruce. *Skogsferningsinst*, p. 1- 44. In: The influence of environmental and genetics on pulwood. quality: na annotated bibliography. **TAPPI** monograph series, pág. 541, 1962.

PALERMO, G. P. M. et al. Delimitação entre os lenhos juvenil e adulto de *Pinus elliottii* Engelm. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.37, n.1, p.191-200, 2013.

PAULA, J. E. Caracterização anatômica da madeira de sete espécies da Amazônia com vistas à

produção de energia e papel. **Acta Amazonica**. ISSN 0044-5967. vol. 33, no. 2, p. 243-262, Manaus, Apr/June 2003.

PEREIRA, H.; SARDINHA, R. Chemical composition of *Eucalyptus globulus*. *Appita* 37 (8): 661-664. 1984.

POUBEL, D. S. et al. Estrutura Anatômica e Propriedades Físicas da Madeira de *Eucalyptus pellita* F. Muell. **Floresta e Ambiente**. ISSN 1415-0980. Vol 18(2), p. 117-126. 2011.

SANTOS, S. R. Influência da qualidade da madeira de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* e do processo Kraft de polpação na qualidade da polpa branqueada, 2005. 172f.
Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

SHIMOYAMA, V.R.S.; BARRICHELLO, L.E.G. Influência de características anatômicas e químicas sobre a densidade básica da madeira de *Eucalyptus* spp. In: **Congresso Anual de Celulose e Papel**, 24., 1991, São Paulo. Anais... São Paulo, ABTCP, 1991. p.178-183.

SJÖSTRÖM, E.; ALÉN, R. **Analytical Methods in wood chemistry, pulping, and papermaking**. Springer. Germany, 1998. 316p.

SOUZA, V. R. et al. Densidade básica entre procedências, classes de diâmetro e posições em árvores de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna*. **IPEF**, n.33, p.65-72, ESALQ-USP, Departamento de Ciências Florestais 13400 - Piracicaba – SP. ago.1986.

TREVISAN, R. et al. Idade de segregação do lenho juvenil e adulto para *Pinus elliottii* Engel. **Ciência Rural**, ISSN 0103-8478. Santa Maria, v.44, n.4, p.634-638, abr, 2014.

TRIANOSKI, R. et al. Avaliação longitudinal da densidade básica da madeira de espécies de pinus tropicais. **FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 43, n. 3, p. 503 - 510, jul. / set. 2013.

VITAL, B. R. et al. Influência da casca no rendimento e qualidade de carvão vegetal de *Eucalyptus grandis*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 41-42, p. 44-49, jan./dez. 1989.

COLONIZAÇÃO DO NORTE DE MATO GROSSO E AS EMPRESAS AGROPECUÁRIAS NA EXPANSÃO DO CAPITAL

Data de aceite: 21/11/2019

Gildete Evangelista da Silva

Universidade do Estado de Mato Grosso
(UNEMAT) – Câmpus de Juara- MT

Letícia Gabrielle de Pinho e Silva

Universidade do Estado de Mato Grosso
(UNEMAT) – Câmpus de Juara – MT

RESUMO: O artigo analisa o processo de expansão da região norte do Estado de Mato Grosso, considerando o avanço do capital financeiro na instauração de agropecuárias em grandes extensões de terras, com juros subsidiados e incentivos fiscais concedidos por instituições governamentais. O estudo filia-se aos pressupostos teórico-metodológico do método de pesquisa qualitativa, de cunho exploratórios e descritivos, com a prospecção de dados realizada em fontes secundárias, mediante utilização do método de levantamento bibliográfico. Os dados apontam que a ocupação da Amazônia Mato-grossense delineou-se como um projeto voltado para a expansão de áreas que os militares e a classe hegemônica do país chamavam de grandes vazios, respaldada em políticas governamentais como um programa orientado para o avanço do capital sobre as terras da região. Os programas tiveram resultados mais expressivos no seu dinamismo

especulativo do que social e intensificaram a implantação de grandes latifúndios, o que geraram inúmeros conflitos e violências aos povos indígenas, ribeirinhos e posseiros.

PALAVRAS-CHAVE: Expansão. Capital. Agropecuárias. Incentivos Fiscais.

COLONIZATION OF THE NORTH OF MATO GROSSO: AGRICULTURAL ENTERPRISES IN THE EXPANSION OF CAPITAL

ABSTRACT: This article analyzes the process of expansion of the Northern region of the State of Mato Grosso, considering the advance of the financial capital in the opening of agriculture in large areas of land, with subsidized interest and tax incentives granted by governmental institutions. The study is based on the theoretical and methodological assumptions of the qualitative research method, exploratory and descriptive, with the prospection of data from secondary sources, using the bibliographic survey method. The data indicate that the occupation of the Mato Grosso Amazon was outlined as a project aimed at expanding areas that the military and the hegemonic class of the country called large gaps, backed by government policies as a program aimed at advancing capital on the lands of the region. The programs had more expressive results in their speculative than social dynamism and

intensified the implantation of large estates, which generated numerous conflicts and violence to the indigenous, riverside and land squatter people.

KEYWORDS: Expansion. Capital. Agro livestock. Tax incentives.

1 | INTRODUÇÃO

Após o golpe de estado orquestrado em 1964, com o apoio expressivo de setores hegemônicos da sociedade brasileira como o clero, os latifundiários, a imprensa e as grandes empresas, o governo militar transformou os espaços territoriais da Amazônia legal em franca expansão do capital. Espaços esses que até a década de 1960, em grande parte, pertenciam à União e aos Estados e foram considerados desabitados pelos militares. Assim, seus discursos e ações convergiram para a ocupação de vazios, mas a região já era ocupada há tempos por povos indígenas, por uma população de camponeses e por ribeirinhos que ali haviam se instalado com suas famílias.

A partir dessa década, os militares planejaram vários programas para a ocupação do Centro Oeste e da Amazônia, que favoreceram grandes proprietários e atraíram o capital para a região ao lhes conceder incentivos fiscais, inicialmente para implantar pastagens e, logo a seguir, grandes lavouras destinadas ao incremento do agronegócio.

O agronegócio ocupa, hoje, vastas extensões de terras em todo estado e avança, cada vez mais, em direção norte na região da floresta amazônica. As políticas expansionistas instituídas pelos governos intensificaram o estabelecimento de atividades produtivas direcionadas a nova fronteira agrícola, com a ocupação/reocupação de vastas áreas de terras onde milhares de famílias foram assentadas.

Durante os governos militares, na Amazônia Mato-Grossense, foi criado um artifício para a constituição e consolidação de latifúndios e a formação de empresas de pecuária, agricultura e extrativismo para conectar a região às exigências extensivas do capitalismo. Para Ianni (1986) encontrava-se em andamento, neste período, um vasto procedimento para a criação ou solidificação de latifúndios, estâncias e empresas pecuárias, agrícolas e de extrativismos, em que a terra se transfigura em mercadoria para atender as exigências do capitalismo na Amazônia.

Além disso, as leis estaduais ou federais nesse período, inspiradas no discurso de ordenamento legal para demarcar terras indígenas, quantificar e estabelecer limites para as terras devolutas, planejar e caracterizar a finalidade das terras públicas, direcionar e criar políticas para a colonização oficial, possibilitaram inúmeros incentivos fiscais para as colonizadoras particulares e para os latifundiários, a despeito de serem apresentadas com a justificativa de que deveriam ser sancionadas para

acabar, atenuar ou evitar conflitos sociais, ou para possibilitar acesso à terra aos camponeses.

Durante a ditadura militar os governos beneficiaram largamente as empresas agropecuárias privadas como estratégia de ocupação e de integração da região às demais economias do centro sul, contemplando-as com grandes áreas de terras e com incentivos fiscais, beneficiando os conglomerados nacionais e estrangeiros. Estas ações caracterizam a ocupação das terras da Amazônia Legal como um processo de contra reforma agrária, desvirtuando do que é preconizado no próprio Estatuto da Terra, Lei nº 4.504, de 30 de novembro de 1964 que define a Reforma Agrária como o “conjunto de medidas que visam a promover melhor distribuição da terra, mediante modificações no regime de sua posse e uso, a fim de atender aos princípios de justiça social e aumento de produtividade”.

Desse modo, a Reforma Agrária que deveria ser um processo de organização fundiária decorrente de ações emanadas de políticas públicas específicas responsáveis pela distribuição de terras às famílias de agricultores sem terra, foi transformada em instrumento de expansão e acumulação de capital, para atender aos interesses do mercado.

No Estado de Mato Grosso, as políticas públicas direcionadas a solução dos problemas fundiários quase sempre estiveram a serviço de algum tipo de vantagem ou benefício à categoria social dominante, visto a necessidade de fortalecer amplamente o avanço do capital e a concentração de rendas. A partir da década de 1980 do século passado, as políticas de colonização direcionaram para o atendimento ao avanço da fronteira do agronegócio e para produção de grandes lucros às colonizadoras por meio da comercialização da terra.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa caracteriza-se como pesquisa qualitativa de cunho exploratória descritiva que para Goldenberg (2003, p. 49), “os dados da pesquisa qualitativa objetivam uma compreensão profunda de certos fenômenos sociais apoiados no pressuposto da maior relevância do aspecto subjetivo da ação social”.

O levantamento de dados da pesquisa qualitativa foi realizado por meio de fontes secundárias sobre a questão fundiária e a reforma agrária, considerando de um lado, que no Estado de Mato Grosso, as políticas públicas possibilitaram a instalação de grandes empresas agropecuárias em extensas áreas de terras incrementando o latifúndio e permitiram, também, que empresas de colonização adquirissem vastas extensões de terras para serem revendidas ao colonos com largas margens de lucro e, de outro lado, que houve um “descompasso” (eufemismo para a palavra “falta

de vontade”), nos planejamentos e projetos dos governos para assentar pessoas sem terra em lotes rurais, com o propósito de lhes possibilitar trabalho e renda. O levantamento de fontes secundárias dados possibilita, segundo Gil (2008), um maior alcance de informações e permite a utilização de dados que se encontram dispersos em inúmeras publicações.

O levantamento bibliográfico foi utilizado como método ou processo sistemático de investigação para atender aos objetivos do trabalho de pesquisa. Para este intento foram seguidos os critérios sugeridos por Lima e Miotto (2007) de modo que para a coleta de dados foram definidos: a) os parâmetros temáticos (classificação as obras de acordo com os temas que lhe são correlatos); b) os parâmetros cronológicos de publicação (seleção das obras de acordo com o período pesquisado); c) a leitura seletiva (determinação do material de acordo com os objetivos da pesquisa; d) a leitura reflexiva e crítica (estudo crítico do material com vista a elucidar os objetivos propostos) ; e) leitura interpretativa (análise e interpretação das ideias dos autores).

3 | O AVANÇO DO CAPITAL NA AMAZÔNIA E AS GRANDES EMPRESAS AGROPECUÁRIAS

A preocupação com a ocupação da Amazônia e do Centro-Oeste brasileiro aparece com mais intensidade a partir do governo de Getúlio Vargas, que em seus discursos evidenciava a necessidade de integração dessas regiões ao centro sul do país. A ocupação, até a metade do século passado, foi lenta e espontânea, contudo, a partir dos anos de 1960, o regime militar optou por apressar este processo definindo as suas formas de realização com o lema de que de estes vazios deveriam ser integrados ao Brasil para não serem entregues a supostas potências estrangeiras (MARTINS, 2009).

O presidente Getúlio Vargas defendia a necessidade de uma política de povoamento e de viabilização de infraestrutura para estas regiões e enfatizava a necessidade de ocupação do que chamava de vazios demográficos, a fim de integrá-los ao território nacional para que tornassem produtivos para o mercado, criando um conjunto de medidas que os serviços de propaganda do governo chamou de Marcha para Oeste (BARROZO, 2008).

A marcha para o oeste, anunciada em 1938 pelo Presidente Getúlio Vargas, é o sintoma das preocupações do governo em ocupar “grandes vazios”, no intuito não só de manter a política do País como também, no dizer de Getúlio Vargas, de preencher os espaços vazios entre as “ilhas econômicas” que formavam o Brasil (CASTRO *et al.*, 2002, p. 29).

Foram, então, criadas políticas públicas colonizadoras com propósitos

desenvolvimentistas com a intenção simultânea de resolver conflitos sociais do centro sul do país e povoar a Amazônia. Todavia, muitos destes planos políticos apenas incrementaram a hegemonia das elites agrárias, ao lhes conceder créditos e incentivos que se configuram como grandes estratégias para a expansão do capital na região.

Segundo Moreno (2007), o governador de Mato Grosso no período de 1947 a 1950, Arnaldo Estevão de Figueiredo, pôs em prática a política de colonização para propiciar o desenvolvimento do norte do estado, cujo plano tinha como suporte a estratégia de ocupação do oeste brasileiro, com o propósito de solucionar as contradições no campo. O plano político do governador consistiu na implantação de projetos de colonização por empresas privadas, que lhes possibilitaram grandes vantagens econômicas e, ao governador, outros benefícios tanto partidários como eleitorais.

Na década de 1950, cerca de quatro milhões de hectares de terras para colonização foram alienadas pelos governadores de Mato Grosso, em sintonia com o plano político do governo federal. Muitas empresas adquiriram as áreas e as mantiveram como reserva de valor até a década de 1970, quando houve no estado intensa demanda por terras por migrantes, aumentando significativamente seu preço no mercado (BARROZO, 2010).

Quem possuía condições econômicas e gerenciais para efetuar a rápida ocupação do território? Os fazendeiros e industriais, certamente. Daí os incentivos fiscais e o crédito a juros baixos privilegiando esses segmentos sociais e cumprindo com eficácia os objetivos perseguidos (BECKER, 2005, p. 37).

O governo militar apresentou seu plano de reforma agrária (ou contra reforma) instituindo no Estatuto da Terra, Lei 4.504 de 30 de novembro de 1964, critérios de desapropriação mais concisos e intencionalmente planejados de modo a estabelecer proteção ao capitalismo, ao incluir no texto o interesse social nas desapropriações e formulando com precisão as terras que poderiam ou não ser desapropriadas.

O momento amazônico da “fúria modernizadora” da ditadura, a política regional subordinada à modernização da agricultura nacional, conduzida pelo estado de exceção resultante do golpe de 1964, apresenta uma característica principal: a centralidade na grande empresa, a quem é dada a preferência no processo de desenvolvimento agropecuário regional (COSTA, 1998, 15-16).

As políticas públicas adotaram estratégias especialmente direcionadas ao atendimento das empresas privadas nacionais e estrangeiras contemplando-as com grandes extensões de terras na Amazônia. A criação da Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM), que segundo Cardoso e Müller (2008, p. 81) esta “canaliza um sem-número de incentivos (econômico-fiscais, entre outros)

com a finalidade de levar a empresa privada a participar do desenvolvimento da Amazônia”.

A Amazônia foi ocupada para atender razões geopolíticas e econômicas, internas e externas. No plano nacional, a ocupação foi apresentada como respostas aos problemas sociais do Nordeste ou dar prosseguimento ao crescimento do Sudeste com a possibilidade de novos mercados e de novos investimentos. Externamente, a ocupação da Amazônia foi anunciada como preocupação com sua vulnerabilidade considerando sua extensa área e posição de isolamento, e ainda, com a necessidade de possibilitar a presença brasileira na exploração de recursos naturais (BECKER, 2005).

O Governo Militar tinha muitos discursos sobre o seu papel na ocupação da Amazônia. Um deles foi expresso por Costa Cavalcanti, ministro do interior durante o mandato do Presidente Costa e Silva, que em visita ao Projeto Suiá-Missu localizado no noroeste do estado de Mato Grosso, declarou que “o papel do governo no desenvolvimento da Amazônia era apoiar a iniciativa privada, auxiliá-la no que for necessário e, não, atrapalhá-la” (CARDOSO; MÜLLER, 2008, p. 123).

Como os obstáculos apresentados para o desenvolvimento da Amazônia centravam-se na insuficiência de capitais produtivos e na falta de infraestrutura para dar suporte a novos investimentos, a proposta do governo era de que para atrair capitais produtivos, seria necessário oferecer incentivos fiscais a grandes empresas nacionais e do exterior para se instalarem na região.

Os incentivos fiscais concedidos pelos órgãos oficiais do governo deram ampla sustentação e possibilitaram a ocupação da iniciativa privada na Amazônia. “Com o avanço do capitalismo e suas implicações sócio-políticas, foram liberados por meio da SUDAM, BASA e Banco do Brasil, financiamentos para favorecer os grandes produtores rurais como créditos e mecanização agrícola” (SOUZA, 2013, p. 41).

Em Mato Grosso a ocupação da Amazônia foi realizada sob aos ditames do capital financeiro que trouxe sérios conflitos e impôs muitas violências aos povos indígenas, ribeirinhos e posseiros. Grande parte deste processo, foi viabilizado por meio de projetos agropecuários e de colonização planejados pelo Governo Federal como o PIN - Plano de Integração Nacional (1970), o PROTERRA – Programa de Redistribuição de Terras e de Estímulo à Agroindústria do Norte e Nordeste (1971/1978), o PRODOESTE – Programa de Desenvolvimento do Centro Oeste (1972/1974), o POLAMAZÔNIA – Programa de Polos Agropecuários e Agroindustriais da Amazônia (1974) e o POLOCENTRO – Programa de Desenvolvimento dos Cerrados (1975).

Os incentivos fiscais segundo Cardoso e Müller (2008) perfilarão no tempo a política de sustentação da iniciativa privada na Amazônia. A partir de 1965 a 1973 foram liberados, como incentivos fiscais o montante de Cr\$ 1.601.590.827,00 para os

setores agropecuários (50,6%), industrial (41,5%) e de serviços básicos na Amazônia (7,9%).

Anos	Setor	Setor	Setor Serviços	Total
	Agropecuário	Industrial	Básicos	Liberado
1965	-	1.101.418	-	1.101.418
1966	1.170.254	8.249.541	-	9.419.795
1967	10.493.518	20.197.647	53.941	30.745.106
1968	29.890.865	37.474.553	13.044.382	80.409.800
1969	75.724.743	67.963.073	6.336.321	150.024.137
1970	170.130.339	123.242.390	37.570.161	330.942.890
1971	168.269.558	134.947.091	30.406.970	333.623.619
1972	180.304.280	116.869.017	27.774.376	324.947.673
1973	174.198.128	153.713.637	12.464.624	340.376.389
TOT.	810.181.685	663.758.367	127.650.775	1.601.590.827

Tabela 1 – Incentivos Fiscais liberados pela SUDAM na Amazônia - 1965 a 1973

Fonte: Adaptado de CARDOSO; MÜLLER (2008) - Dados de outubro de 1973

Esses números tiveram crescimento abrupto de 10,75%, de outubro de 1973 a maio de 1974, quando chegaram ao patamar de Cr\$ 1.773.717.638,00 de incentivos fiscais concedidos para a região, sendo estes no valor de Cr\$ 666.446.598,00, para o estado de Mato Grosso correspondentes a 37,57% do montante nacional.

Nesse período, foram apoiados com incentivos fiscais para 498 projetos a serem desenvolvidos na Amazônia, que se concentraram mais nesses dois estados, que juntos tiveram 368 projetos aprovados, sendo 192 (38,55%) para o Estado de Mato Grosso e 176 (35,34%) para o estado do Pará.

Discriminação	Projetos	Investimento Total	Incentivos	
			Comprometidos	Liberados
Setorial				
Agropecuário	312	2.860.044.716	2.096.256.239	905.741.473
Indústria	168	3.138.942.127	1.830.329.940	740.031.243
Serviços básicos	18	1.551.093.337	439.505.343	127.942.922
Total	498	7.550.080.180	4.366.091.522	1.773.717.638
Espacial				
Acre	2	28.487.026	15.411.691	14.693.250
Amapá	7	362.176.337	200.492.377	73.680.577
Amazonas	55	1.833.207.114	717.834.434	218.954.728
Goiás	30	246.019.138	176.758.950	88.232.652
Maranhão	29	311.184.495	198.600.556	94.287.843

Mato Grosso	192	2.104.863.907	1.524.174.429	666.446.598
Pará	176	2.606.235.250	1.494.928.025	609.882.299
Rondônia	7	57.906.913	37.891.060	7.539.691
Roraima	-	-	-	-
Total		7.550.080.180	4.366.091.522	1.773.717.638

Tabela 2 - Incentivos Fiscais liberados pela SUDAM na Amazônia até maio de 1974.

Fonte: Adaptado de CARDOSO; MÜLLER (2008).

Os incentivos fiscais apresentaram resultados mais no seu dinamismo especulativo do que social. Nesse período houve a implantação de grandes empresas voltadas à pecuária na região norte de Mato Grosso, que se beneficiaram não só dos incentivos fiscais, mas também de recursos financeiros a juros subsidiados e abaixo do preço de mercado.

Segundo Cardoso e Müller (2008), pode-se inferir que houve certo êxito na ação de expansão planejada por meio de programas e de incentivos fiscais, todavia esta foi amplamente favorável a iniciativa privada na Amazônia sendo discutível o impacto social de tais programas governamentais, uma vez que os resultados em termos sociais foram muito modestos principalmente no setor agropecuário, o mais beneficiado na política de incentivos fiscais.

As oportunidades eram amplamente favoráveis ao capital e muitas empresas multinacionais ou nacionais, instalaram-se na região da Amazônia. De acordo com Picoli (2004), as agropecuárias conseguiram muitos recursos de incentivos fiscais e créditos subsidiados, mas pouco contribuíram para o desenvolvimento do país ou para o desenvolvimento local, denotando que foram criadas apenas para dar prosseguimento a especulação imobiliária. O autor apresenta algumas empresas que se instalaram na Amazônia a partir de 1964 com apoio de incentivos fiscais como o Projeto Jari, Suiá-Missu, Codeara, Georgia Pacific, Bruynzeel, Robim Mac GloIm, Toyamnka Volkswagen e também, grandes grupos econômicos como o Bradesco, a Atlântica Boa Vista, o Bamerindus, a Swift, Supergasbrás etc.

A Agropecuária Suiá-Missu era proprietária de uma área de 695 mil hectares, situada no município de São Félix do Araguaia do Araguaia. Ela foi uma das primeiras empresas, instaladas no Araguaia, no Estado de Mato Grosso, a ser aprovada pela SUDAM, sendo proprietária de maior área e do maior volume de incentivos fiscais (BARROZO, 2010, p. 22).

As empresas agropecuárias utilizaram a terra como mercadoria. Adquiriram-nas a pequenos preços e anos mais tarde se desfizeram delas com grandes lucros, vendendo-as no mercado imobiliário ou, ainda, algumas outras conseguiram que estas fossem declaradas como de interesse social para fins de reforma agrária e

foram desapropriadas pelo governo para assentamento de trabalhadores rurais sem terras.

Um desses casos pode ser apontado em Roraima. Segundo o site do INCRA (2017), naquele Estado foi criado, em 15 de outubro de 2001, o Projeto de Assentamento Nova Amazônia por meio da Portaria/SR-25/nº. 010/2001, numa área total de 77.688,3800 hectares, localizado em duas áreas distintas, com capacidade para assentar 800 famílias. A primeira delas compreendia as fazendas Murupú e Cauamé, a 30 km da capital Boa Vista, localizadas à margem esquerda da BR-174. A segunda área era a fazenda Truarú, localizada a 45 km de Boa Vista na margem direita da BR-174. A área do Assentamento era conhecida popularmente como Fazenda Bamerindus e foi entregue pelos seus proprietários, sob forma de doação em pagamento a União, que a transferiu ao Incra para implementação do Programa Nacional de Reforma Agrária.

Em 2005, a área foi dividida em dois assentamentos e, na atualidade, o Projeto de Assentamento Nova Amazônia ocupa uma área de 27.391,2700 hectares, com capacidade para 570 famílias e o Amazônia I medindo 35.062,4035 hectares, com capacidade para 430 parcelas.

Outro caso citado por Buclet (2005) é da Volkswagen, empresa multinacional de produção de veículos automotores, que em 1973 adquiriu 140.000 hectares de terras no Município de Santana do Araguaia no Sul do Pará. A subsidiária Brasileira atuando no ramo da pecuária, era conhecida como Companhia Vale do Rio Cristalino e as razões apresentadas aos acionistas para explicar o investimento na região, foi o entusiasmo para a exploração agrícola do então presidente da empresa, Wolfgang Sauer, a necessidade de reforçar a imagem da empresa como multinacional comprometida com um país em busca do progresso e a expectativa de excelentes lucros.

Segundo Fernandes (2015), as terras ficaram em posse da Companhia Vale do Rio Cristalino durante 13 anos e tinha o propósito de demonstrar que a pecuária nos trópicos poderia obter tanto sucesso quanto a implementada nos climas temperados. Todavia, nesse período a empresa envolveu-se em diversos conflitos, tanto sociais como ambientais, sendo inclusive acusada de trabalho escravo e de agredir o meio ambiente por meio de incêndios florestais. Endividada e deteriorada, a empresa foi inicialmente vendida em 1986 ao grupo empresarial Matsubara, e como a venda foi anulada por falta de pagamento a área foi adquirida, em leilão, por um pecuarista paulista.

Os proprietários da região de Santana do Araguaia, segundo a autora, descobriram as grandes vantagens financeiras possibilitadas pelas desapropriações de terra. As áreas em conflitos eram negociadas por preços abaixo do valor de mercado, para serem planejadamente invadidas por agricultores sem terras, forçando

o Inbra a desapropriá-las em montantes muito superiores aos valores pagos por elas. Assim, parte da Fazenda Vale do Rio Cristalino também foi desapropriada em 08.12.1998 para a implantação da Reforma Agrária e o Projeto de Assentamento Rio Cristalino foi criado conforme Portaria 0096 de 19.08.1999, numa área de 14.557,0408 hectares com capacidade para assentar 485 famílias.

Em Mato Grosso, muitas empresas adquiriram, também, vastas extensões de terras que depois foram declaradas como de interesse social para fins de reforma, como as terras da empresa Sadia II, com 10.113,7430 hectares e a Fazenda Vale do Verde com 2.077,2887 has, localizadas no município de Cáceres. Ambas foram transformadas no Projeto de Assentamento Sadia Vale Verde, por meio das portarias INCRA/SR(13) Nº 108 de 12.12.96 e 094 de 19.07.97 respectivamente, agrupadas por meio da portaria de 025, de 24.04.2003.

Outras, como a Fazenda Suiá-Missu no noroeste do estado, teve o início de sua história ainda na década de 1950, quando Ariosto da Riva adquiriu a fazenda, com aproximadamente meio milhão de hectares de terras em território Xavante. Ariosto era conhecido como especialista em limpeza de áreas e grande desbravador de áreas ainda virgens, implantador de fazendas e criador de cidades, utilizando para este intento a remoção de índios e posseiros pobres e sem título de propriedade (MARTINS, 2012).

Segundo Martins (2012), Da Riva em 1961 associou-se ao grupo Ometto, de São Paulo e a propriedade passou a ter território de aproximadamente 800 mil hectares, na época, o maior latifúndio brasileiro. Os índios continuaram morando na fazenda, mas foram sendo dizimados, visto que tornaram-se entraves para os proprietários, e a solução foi retirá-los da área em aviões da Força Aérea Brasileira a pedido de Da Riva. Nessa migração forçada, 63 deles morreram de gripe. Em 1972, os índios expulsos da Suiá-Missu estavam exilados nas reservas de São Marcos, Merure, Sangradouro, Areões e São Domingos, locais distantes aproximadamente 400 quilômetros de suas origens ocasionando um estrangulamento cultural de suas organizações como grupos tribais.

Na década de 1980, a fazenda foi vendida para a empresa italiana AGIP Petroli, que sofreu muitas pressões de ambientalistas o que culminou em constrangimentos do grupo na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento de 1992, a Eco 92, ao ponto de o presidente da corporação, Gabriel Cagliari, prometer a devolução da área aos Xavante. Após invasões e muitos conflitos na região, foi criado o Assentamento do Inbra com aproximadamente 30.000 hectares para assentamento de 660 famílias.

Em Sinop (MT) uma extensa área de terras devolutas foi adquirida pela Mercedes Bens do Brasil na década de 1960. Segundo Peripolli (2008), a legislação em vigor permitia que qualquer um poderia adquirir terras devolutas até o limite

de 10.000 hectares. Todavia, o grupo Mercedes bens conseguiu se apropriar de aproximadamente 500 mil hectares, ludibriando a lei com a criação de dez empresas e adquirindo várias propriedades de terceiros em nome delas, de modo que cada uma totalizou áreas de 40, 50 e até 60 mil hectares que garantiu, com sucesso, empréstimos e financiamentos da SUDAM.

A área em 1974 foi vendida, segundo o autor, cuja transação foi avalizada pela Companhia Brasileira de Projetos e Obras (CBPO), que mais tarde quitou os débitos e ficou com as terras por falta de pagamento pelo comprador. Posteriormente, as terras foram partilhadas entre os herdeiros e, uma delas denominada fazenda Sequóia, por sua vez, foi repartida em várias outras. O Projeto de Assentamento Wesley Manoel dos Santos com área de 38.291,00 hectares, foi criado nessa área de terras, por meio da portaria 103, de 26 de novembro de 1997, com capacidade para assentar 647 famílias.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ocupação da Amazônia a partir do golpe de estado de 1964 foi articulada sob auspícios de programas que pudessem beneficiar latifundiários e grandes empresas agropecuárias, criando estruturas físicas e legais para que houvesse a expansão do capital na Amazônia.

O processo de ocupação foi planejado com a justificativa de que era necessário contornar os problemas sociais e fundiários da nação, ocupar áreas que chamavam de desabitadas, tornando-as produtivas e integradas ao centro sul do país, criar oportunidades de novos investimentos e, também povoar uma extensa área de fronteira diminuindo a vulnerabilidade do país. Todavia, os programas propostos caracterizam-se como uma investida econômica a favor da classe dominante em detrimento dos povos economicamente menos favorecidos, sem quaisquer preocupações com aqueles que já habitavam a região.

Em Mato Grosso, a ocupação foi realizada sob as regras impostas pelo capital financeiro com a implantação de fazendas agropecuárias e de latifúndios, com amplo incentivo e apoio do governo militar, que se colocou à disposição destes e proporcionou condições para que houvesse a expansão do capital, por meio de órgãos governamentais que lhes proporcionaram créditos subsidiados e incentivos fiscais.

A expansão que deveria ter sido direcionada como um processo de desenvolvimento regional, foi planejada e implementada como um artifício político e econômico da classe hegemônica representada pelo estado, que possibilitou o avanço do capital nas terras da região, mercantilizando-as, tornando-as reserva

de valor para serem comercializadas no futuro quando possuísem maior preço no mercado, possibilitando aos latifundiários lucros extraordinários.

A política de expansão imposta pelos governos militares possibilitou a união entre o capital e o estado na Amazônia com grandes benefícios às empresas agropecuárias e aos latifundiários. Para isto foi necessário, tanto pelo governo como pela classe hegemônica, o silenciamento dos movimentos contrários, uma vez que o governo tinha a necessidade de retribuir o apoio recebido e de manter sua base de apoio e, a classe dominante o interesse em manter as inúmeras benesses recebidas.

Existe, ainda nos dias atuais, uma relação estreita e lesiva entre as grandes empresas e o estado de Mato Grosso. As empresas justificam que necessitam de incentivos fiscais para se manterem produtivas na região e o estado, por sua vez, em nome do desenvolvimento, se sujeita as imposições destas, concedendo-lhes incentivos ou renúncias fiscais diminuindo consideravelmente sua receita corrente líquida e sua capacidade de investimentos diretos em infraestruturas básicas e saneamento.

Entretanto, apesar dos avanços na qualidade de vida da população da região da Amazônia mato-grossense nas últimas décadas, aliadas aos incrementos e na modernização das infraestruturas, não se pode esquecer das agressões ocorridas no ambiente e nos danos sociais advindos da concentração de terras e rendas, já que estas não justificam as agressões sofridas por povos que deixaram casas e territórios já conquistados, para viverem em locais ermos e desconhecidos, possibilitando que empresas agropecuárias e latifundiários implantassem suas atividades poluidoras, agressoras do ambiente e promotoras de exclusão social.

REFERÊNCIAS

- BARROZO, J. C. Políticas de colonização: as políticas públicas para a amazônia e o centro-oeste. In. BARROZO, J. C. (Org.). **Mato Grosso do sonho à utopia da terra**. Cuiabá: EdUFMT/Carlini & Caniato Editorial, 2008.
- BARROZO, J. C. A questão agrária em Mato Grosso: a persistência da grande propriedade. In. BARROZO, J. C. (Org.). **Mato Grosso: a (re)ocupação da terra na fronteira amazônica (século XX)**. Cuiabá: EdUFMT, 2010.
- BECKER, B. Amazônia: projeto nacional, política regional e instrumentos econômicos. In. MAY, P. H.; AMARAL, C.; MILLIKAN, B. ASCHER, P. (ORG.). **Instrumentos econômicos para o desenvolvimento sustentável na Amazônia brasileira**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005.
- BRASIL, Lei 4.504, de 30 de novembro de 1964. Dispõe sobre o Estatuto da Terra, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, Seção 1 - Suplemento – de 30/11/1964.
- BUCKET, B. **Entre tecnologia e escravidão**: a aventura da Volkswagen na Amazônia. Revista O Social em Questão, Rio de Janeiro: PUC/Rio, n. 13, p. 5, 2005.

- CARDOSO, F. H.; MULLER, G. **Amazônia**: expansão do capitalismo. Rio de Janeiro: Centro Edelstein de Pesquisas Sociais, 2008.
- CASTRO, S. P.; BARROZO, J. C.; COVEZI, M.; PRETI, O. **A colonização Oficial em Mato Grosso: a nata e a borra da sociedade**. 2ed. Cuiabá: EdUFMT/NERU, 2002.
- COSTA, Francisco de Assis. **Grande empresa e agricultura na Amazônia**: dois momentos, dois fracassos. Belém (PA): Papers do NAEA nº 94, novembro de 1998.
- FERNANDES, M. C. **Volkswagen e a carne de Cristalino**. Disponível em <http://www.ghgprotocolbrasil.com.br/volkswagen-e-a-carne-de-cristalino?locale=pt-br>. Acesso em 18.02.2017.
- GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- GOLDENBERG, M. **A arte de pesquisar**: como fazer pesquisa qualitativa em ciências sociais. 7ed. Rio de Janeiro: Record, 2003.
- IANNI, O. **Ditadura e agricultura**: o desenvolvimento do capitalismo na Amazônia, 1964-1978. 2ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1986.
- INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Agricultores comemoram criação do assentamento Nova Amazônia**. Disponível <http://www.incra.gov.br/agricultores-comemoram-criacao-do-assentamento-nova-amazonia>. Acesso em: 02 fev. 2017.
- LIMA, T. C. S.; MIOTO, R. C. T. **Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico**: a pesquisa bibliográfica. Rev. Katál. Florianópolis v. 10 n. esp. p. 37-45, 2007.
- MARTINS, J. S. **Fronteira**: a degradação do outro nos confins do humano. São Paulo: Contexto, 2009.
- MARTINS, J. S. **Por ínvios caminhos**. Disponível em <http://www.estadao.com.br/noticias/geral,por-ivios-caminhos,974065>. Acesso em: 15 jan. 2012.
- MORENO, G. **Terra e poder em Mato Grosso**: política e mecanismos de burla – 1892-1992. Cuiabá-MT: Entrelinhas: EdUFMT, 2007.
- PERIPOLLI, O. J. **Expansão do capitalismo na amazônia norte Mato-Grossense**: a mercantilização da terra e da escola. Porto Alegre, 2008. 267f. (tese de educação) Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- PICOLI. **Amazônia**: do mel ao sangue – os extremos da expansão capitalista. Sinop: Ed. Amazônia, 2004.
- SOUZA, E. A. de. **O poder na fronteira**: hegemonia, conflitos e cultura no norte de Mato Grosso. Cuiabá: EdUFMT, 2013.

ESTUDO DOS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS CAUSADOS PELO ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE FUNDÃO EM MARIANA-MG

Data de aceite: 21/11/2019

José Aparecido de Oliveira Leite

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha
e Mucuri (UFVJM)

Instituto de Ciência, Engenharia e Tecnologia –
Engenharia Hídrica

Teófilo Otoni – MG

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8483986827376908>

Cíntia Gil de Aguiar

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha
e Mucuri (UFVJM)

Teófilo Otoni – MG

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4386785077061820>

Kamilla dos Santos Bastos

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha
e Mucuri (UFVJM)

Teófilo Otoni – MG

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9828623770418922>

Vagner Ramos Luiz

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha
e Mucuri (UFVJM)

Teófilo Otoni – MG

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6358125700510799>

RESUMO: A mineração faz parte das principais atividades econômicas do Brasil gerando renda e contribuindo significativamente com o desenvolvimento econômico do país. Minas Gerais obtém grande destaque em termos

de produção e reserva mineral. No entanto, a mineração gera impactos negativos de âmbito econômico, social e ambiental, principalmente quando ocorrem episódios de rompimento de barragens de contenção de rejeitos. Em 2015, no município de Mariana-MG, houve o rompimento da Barragem de Fundão que resultou em intensos impactos sociais e ambientais. Em consequência do desastre, foram liberados 34 milhões de m³ de rejeitos de minério de ferro que percorreram diversos rios da Bacia do Rio Doce, desde o ponto do rompimento até a foz no Espírito Santo. O acidente culminou na morte de 18 pessoas e desaparecimento de uma, além da destruição de subdistritos como Bento Rodrigues. O estudo procurou mostrar os principais impactos ambientais e sociais causados pelo acidente. Para tanto, realizou-se uma fundamentação teórica a partir de artigos, laudos técnicos de órgãos públicos e privados, dissertações e teses. Constatou-se prejuízos a saúde pública, destruição de Áreas de Preservação Permanente, elevados níveis de mortandade da fauna aquática, alteração nos padrões de qualidade de água doce, salgada e salobra, assoreamento dos rios, interrupção no abastecimento de água em diversas cidades, perda de vidas humanas e danos psicológicos. Diante da magnitude do acidente, é evidente que a população atingida sofrerá por muito tempo os efeitos desse desastre, além de que

muitos dos prejuízos são considerados irreversíveis.

PALAVRAS-CHAVE: Mineração, Rompimento, Barragem de Fundão, Impactos Socioambientais.

STUDY OF SOCIAL AND ENVIRONMENTAL IMPACTS CAUSED BY DAM BREAK OF FUNDÃO IN MARIANA-MG

ABSTRACT: Mining is part of Brazil's main economic activities generating income and contributing significantly to the country's economic development. Minas Gerais gets great prominence in terms of production and mineral reserves. However, mining generates negative economic, social and environmental impacts, especially when episodes of tailings dam rupture happen. In 2015, in the municipality of Mariana-MG, the Fundão Dam was disrupted, resulting in intense social and environmental impacts. As a result of the disaster, 34 million cubic meters of iron ore tailings have been released through several rivers of the Rio Doce Basin, from the point of rupture to the mouth of the Espírito Santo. The accident culminated in the death of 18 people and the disappearance of one, as well as the destruction of sub-districts such as Bento Rodrigues. The study sought to show the main environmental and social impacts caused by the accident. Therefore, a theoretical foundation was made from articles, technical reports from public and private agencies, dissertations and theses. Impaired public health, destruction of PPAs, high levels of aquatic wildlife mortality, changes in freshwater, salt and brackish water quality standards, siltation of rivers, disruption of water supply in various cities, loss of human life and psychological damage. Given the magnitude of the accident, it is evident that the population affected will suffer the effects of this disaster for a long time, and many of the damage is considered irreversible.

KEYWORDS: Mining, Disruption, Fundão Dam, Social and Environmental Impacts.

1 | INTRODUÇÃO

O processo de extração de minerais, metálicos ou não metálicos, em seu estado bruto, é conhecido por mineração. Essa prática se iniciou há séculos no Brasil e se difundiu amplamente como atividade econômica de grandes empresas.

Dentre as atividades econômicas de Minas Gerais, a mineração obtém destaque, gerando renda e também impactos ambientais e sociais, tanto positivos quanto negativos, de diferentes ordens, conforme o tipo de empreendimento e exploração realizada.

Segundo a Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais (CODEMIG) a história e as tradições do Estado de Minas Gerais estão intimamente relacionadas à atividade mineradora e às suas grandes reservas minerais. Anualmente o estado extrai mais de 160 milhões de toneladas de minério de ferro, o que corresponde a 29% de toda a produção mineral do país, 53% da produção de minerais metálicos e ainda cerca de 50% de todo o ouro produzido no Brasil

(CODEMIG, 2016).

Por volta do século XVII, período caracterizado pelo início das atividades de mineração no Brasil, são descritos episódios trágicos que acarretaram em mortes e impactos socioambientais referentes a essas atividades. Nos últimos 50 anos, com o avanço das indústrias e atividades de mineração, a exposição das pessoas aos riscos de catástrofes vem aumentando no Brasil e no mundo, de modo mais avançado que as habilidades de redução da vulnerabilidade, acarretando em impactos de ampla magnitude. Diante disso, o desastre de Mariana caracteriza-se não como uma excepcionalidade, mas sim como integrante dos custos sociais e ambientais provenientes desse tipo de desastre (FREITAS, SILVA e MENEZES, 2016).

É sabido que acidentes nessa atividade ocorrem com frequência considerável, atingindo a população, meio ambiente e economia do local, podendo gerar impactos imensuráveis, como é o caso do rompimento da Barragem de Fundão.

A barragem de Fundão estava localizada no subdistrito de Bento Rodrigues, em Mariana, MG e se rompeu na tarde do dia 5 de novembro de 2015. Essa barragem era utilizada para acumulação de rejeitos da mineração de ferro do complexo minerário Germano, sob responsabilidade da empresa Samarco Mineração.

Com o rompimento foram despejados mais de 34 milhões de metros cúbicos de lama, alcançando cerca de 700 km, desde a jusante da barragem até a foz do Rio Doce, em Regência no Espírito Santo, atingindo 39 municípios no total. Devido a Barragem de Fundão estar inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Doce e por esta abranger uma área considerável, os impactos se deram desde o ponto do rompimento até o litoral capixaba, deixando rastros de destruição e interferência nas atividades que dependiam dos recursos hídricos afetados.

O subdistrito de Bento Rodrigues foi totalmente destruído pelo mar de lama, onde foram registradas 18 mortes, 1 desaparecimento e mais de 600 pessoas desabrigadas. O acidente contaminou a bacia do rio Doce acarretando diversos problemas socioambientais, dentre eles, água imprópria para o consumo e para a agropecuária, impedimento da captação superficial, contaminação de peixes impedindo a pesca, possível desaparecimento de espécies locais de vegetais e animais, e limitação do turismo no litoral do Espírito Santo, onde a lama alcançou.

O rompimento da barragem de Fundão tem sido visto como um dos maiores desastres da atualidade na atividade mineradora. Ainda são incalculáveis os danos, se levado em conta as perdas materiais, sociais, e principalmente ambientais.

Embora muitos dos impactos ambientais e socioeconômicos causados pelo rompimento da barragem de Fundão terem sido previstos em arquivos ligados a seu processo de licenciamento ambiental, especialmente os impactos relacionados à população suscetível do entorno da barragem, como a comunidade de Bento Rodrigues e as que usufruíam economicamente da Bacia do Rio Doce para

sobrevivência, nenhuma ação efetiva para proteger tais populações foi adotada (CÉSAR e CARNEIRO, 2016).

2 | OBJETIVOS

Este estudo teve por objetivos identificar os impactos ambientais e sociais ocasionados pelo rompimento da barragem de contenção de rejeitos da mineradora Samarco, denominada “Fundão”, no Município de Mariana, Minas Gerais, bem como identificar os impactos acarretados pelo rompimento da barragem, que visa atender a problemática que é verificar os impactos social e ambiental, ocasionados pela falta de responsabilidade da empresa; e constatar as soluções implantadas e ou a serem executadas futuramente.

3 | METODOLOGIA

A metodologia utilizada para execução do projeto foi a revisão bibliográfica, por meio de fontes literárias disponíveis que se relacionavam com o tema abordado, através de laudos técnicos de órgãos públicos e privados, informações disponíveis em sites, relatórios, artigos, dissertações e teses.

A elaboração de mapas de delimitação da bacia afetada e do município de Mariana, foi realizada a partir do uso do Software Arc Gis 10.0. Esse software é utilizado para a elaboração de mapas, compilação de dados geográficos, dentre outras inúmeras aplicações.

A caracterização socioeconômica e fisiográfica deu-se por meio de coleta de dados em órgãos públicos, principalmente no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

De acordo com o último Censo realizado pelo IBGE (2010), a população de Mariana era de 54.219 habitantes com população estimada para o ano de 2019 em 60.724 pessoas. O município localiza-se na vertente sul da Serra do Espinhaço, na Zona Metalúrgica de Minas Gerais, intitulada como Quadrilátero Ferrífero e possui altitude de 697 metros. Faz divisa com municípios de Ouro Preto, Barra Longa, dentre outros, e encontra-se a uma distância de cerca de 12 km de Ouro Preto e 110 km de Belo Horizonte conforme apresentado na Figura 1.

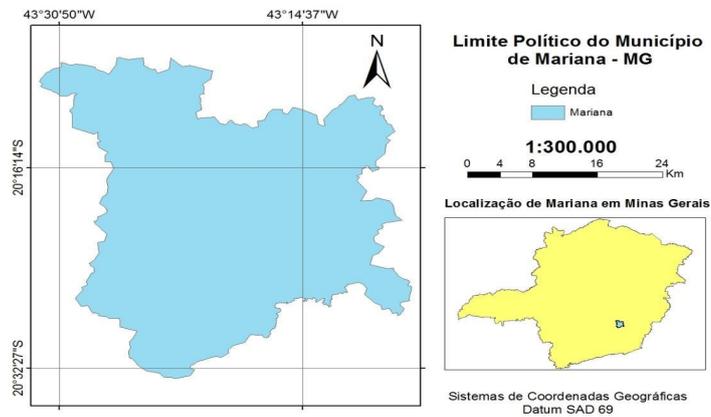


Figura 1 - Mapa de localização de Mariana – MG

Fonte: Arquivo dos autores, 2018.

A região de estudo pertence à Bacia Hidrográfica do Rio Doce, conforme mostrado na Figura 2, banhada pelo Rio do Carmo, que possui dois afluentes, o Gualaxo do Norte e o Gualaxo do Sul. Segundo o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce, a bacia possui área de drenagem de 86.715 quilômetros quadrados, onde 86% se encontram no Leste mineiro e 14% no Nordeste do Espírito Santo. Estima-se a população da Bacia do Rio Doce em torno de 3,5 milhões de habitantes, distribuída em 228 municípios, sendo 200 mineiros e 28 capixabas (CBH Doce, 2016).

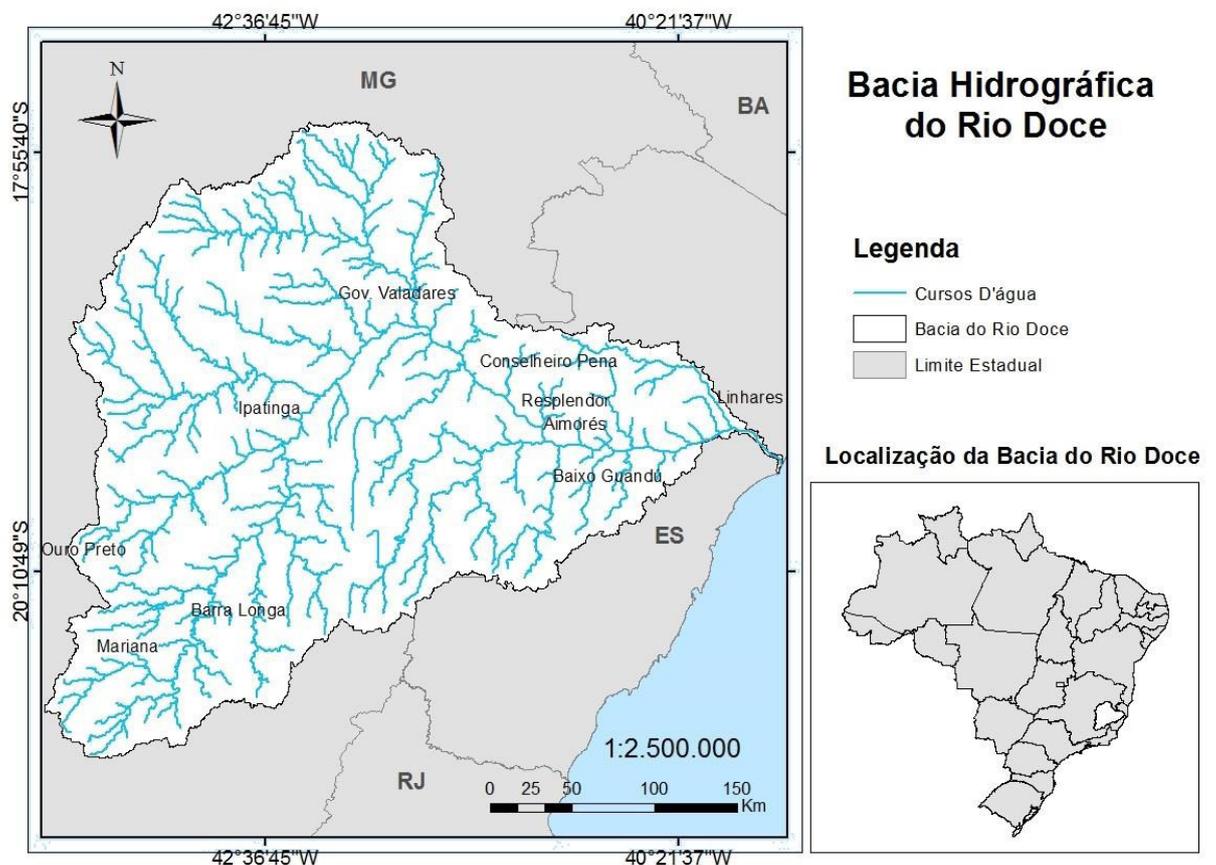


Figura 2 - Delimitação da Bacia Hidrográfica do Rio Doce

Fonte: Arquivos dos autores

Fundada em 1977, a Samarco é uma grande empresa mineradora, cujo principal produto são as pelotas de minério de ferro comercializadas para a indústria siderúrgica de países das Américas, do Oriente Médio, da Ásia e da Europa. É uma empresa de capital fechado de propriedade de dois grandes grupos do ramo industrial, a brasileira Vale S/A e a anglo-australiana BHP Billiton, que possuem a mesma quantia de ações da empresa. Em 2014, foi considerada a 10ª maior empresa exportadora (SAMARCO, 2018).

A empresa é responsável pela extração de minério de ferro de um conjunto de minas denominado Alegria, localizada nos municípios de Ouro Preto e Mariana. Os rejeitos gerados pela extração do minério nessas minas eram armazenados em um complexo de barragens, composto pelas barragens de Santarém, Fundão e Germano. Este complexo é nomeado como “Complexo de Germano” (SAMARCO, 2018). A Figura 3 exibe esse complexo.

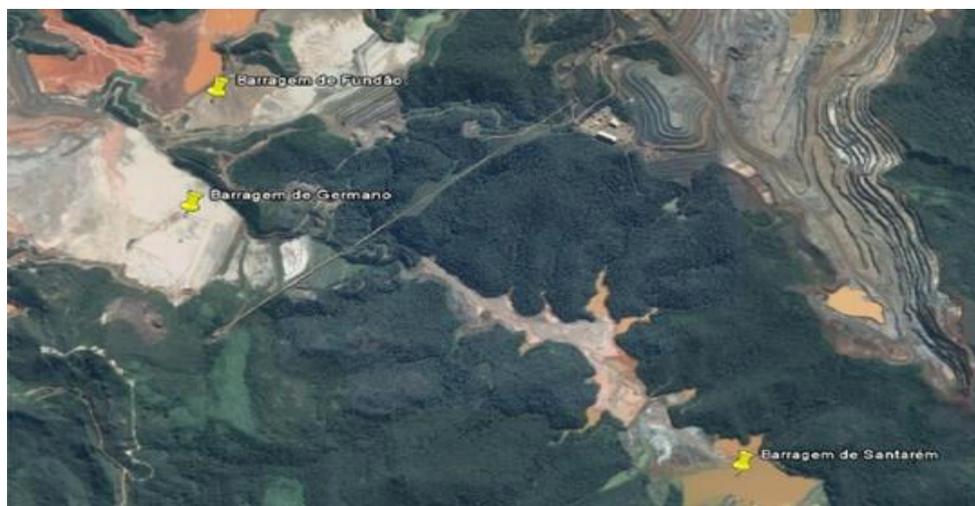


Figura 3 - Complexo Minerário de Germano

Fonte: Google Earth, 2015.

A barragem de Fundão possuía 68,2 ha de área alagada, 6,7 ha de área de maciço e 4,9 ha de estradas para acesso (Samarco 2013). Segundo relatório de Morgenstern *et al.* (2016), a barragem foi construída majoritariamente pelo método de montante e uma parcela pelo método de linha de centro. Martin e McRobert (1999) e Araújo (2006) salientam que pelos alteamentos serem feitos sobre os rejeitos depositados anteriormente que ainda não se solidificaram, a estrutura tende a apresentar resistência ao cisalhamento e conseqüentemente alta propensão à liquefação.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

No dia 5 de novembro de 2015, em torno das 16 horas, houve o rompimento

da Barragem de Fundão, o que desencadeou a liberação de um volume de aproximadamente 34 milhões de m³ de rejeitos. O volume liberado correspondia a cerca de 70% do volume total da barragem. Segundo a Comissão Temporária da Política Nacional de Segurança de Barragens - CTPNSB, (2016) o resíduo era classificado como não perigoso e não inerte para ferro e manganês, conforme Norma ABNT NBR 10.004:2004. A Figura 4 mostra o mapa com o percurso percorrido pela lama após o rompimento.

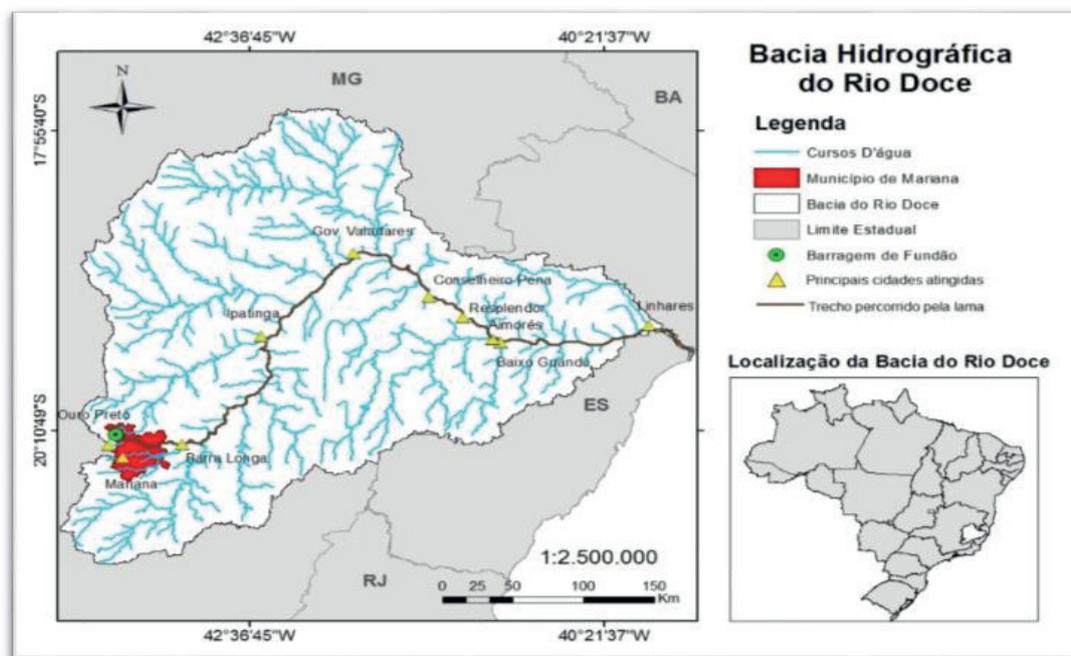


Figura 4 - Percurso percorrido pelos rejeitos

Fonte: Arquivo dos autores, 2018.

Logo após o acidente a empresa notificou que a barragem de Santarém também havia rompido, levando em conta que a onda de rejeitos havia galgado a barragem de Santarém, localizada a jusante da barragem de Fundão, mas em seguida corrigiu a informação de que apenas a barragem de Fundão tinha estourado. Inicialmente o “*Tsunami*” de lama atingiu os subdistritos do município de Mariana Bento Rodrigues tendo percorrido cerca de 115 km pelos rios Gualaxo do Norte, do Carmo e rio Doce até alcançar a Usina Hidrelétrica Risoleta Neves (UHE Candonga), causando danos as estruturas do vertedouro, o que levou a UHE a operar com apenas uma comporta, já que o nível de rejeitos na estrutura chegou a apenas um metro abaixo do limite de segurança da barragem, levando a usina a uma situação crítica (CTPNSB, 2016).

Segundo a ANA (2015), grande parte dos rejeitos sedimentou-se no início do percurso, especificamente nos rios Gualaxo do Norte, do Carmo e no rio Doce. A jusante da UHE Candonga, uma porção dos rejeitos foi disposta no leito do rio Doce, na área de remanso do reservatório da UHE Baguari. Presume-se que apenas uma pequena parte dos sedimentos tenha conseguido chegar ao mar, estando esses em

suspensão.

A onda de rejeitos abalou de modo mais grave o subdistrito de Bento Rodrigues, Paracatu de Baixo, Gesteira e outras regiões de Mariana. O subdistrito de Bento Rodrigues, localizado a 5 km das barragens foi o primeiro local atingido pela onda de lama do rompimento da barragem. O desastre praticamente fez desaparecer a referida comunidade do mapa, já que foi quase que totalmente soterrado pela lama, o que causou a morte de 18 pessoas, desaparecimento de uma e destruição de 207 imóveis, conforme mostra a Figura 5 (ANA, 2015).



Figura 5 - Subdistrito de Bento Rodrigues após o rompimento de Fundão
Fonte: ANA, 2015.

No total, 41 municípios, mineiros e capixabas, foram afetados pelo desastre, área que se estende de Mariana até a foz do rio Doce, no Espírito Santo, o que corresponde a 663,2 km de extensão de curso d'água.

Para melhor visualização do Complexo de Germano (Figuras 6 e 7, respectivamente) e do subdistrito de Bento Rodrigues (Figuras 8 e 9, respectivamente) logo após o acidente são supracitadas as imagens de satélite.



Figura 6 - Complexo de Germano antes do Acidente

Fonte: ANA, 2015.



Figura 7- Complexo de Germano depois do acidente

Fonte: ANA, 2015.



Figura 8 - Bento Rodrigues antes do desastre

Fonte: ANA, 2015.



Figura 9- Bento Rodrigues após o desastre

Fonte: ANA, 2015.

O desastre de Fundão foi considerado pela Defesa Civil como de maior gravidade, ou seja, Desastre de Nível IV, que é aquele caracterizado por Castro (1999) como:

Os desastres de muito grande porte ou intensidade são caracterizados quando os danos causados são muito importantes e os prejuízos consequentes são muito vultosos e, por isso, não são suportáveis e superáveis pelas comunidades afetadas, mesmo quando bem informadas, preparadas, participativas e facilmente mobilizáveis, a menos que recebam substancial ajuda de fora da área do município afetado. Nessas condições, o restabelecimento da situação de normalidade depende da mobilização e da ação articulada dos três níveis do Sistema Nacional de Defesa Civil e, em casos excepcionais, de ajuda internacional. pág. 7, par. 2°.

Analisando a definição acima é evidente que as proporções desse acidente foram gigantescas, em termos de consequências tanto ambientais, como sociais e econômicas.

A Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) realizou um estudo denominado “Pesquisa sobre a saúde mental das famílias atingidas pelo rompimento da barragem do Fundão em Mariana” que tinha como objetivo a avaliação da situação atual de saúde dos indivíduos atingidos pelo rompimento da barragem em estudo, foram entrevistados 225 pessoas com idade superior a 18 anos e 46 com idade entre 10 e 17 anos, desses 28,9% foram diagnosticados com depressão e 16,4% com risco de suicídio (PRISMMA, 2018).

As possíveis causas do rompimento da barragem de Fundão estão relacionadas a erros na construção e/ou manutenção da barragem, a irregularidades na fiscalização da segurança e ao uso do reservatório além da sua capacidade de retenção.

A barragem de Fundão, de acordo com sua finalidade, era classificada como uma barragem de retenção de rejeitos. A fiscalização era de responsabilidade do

Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), mas a última visita do órgão ocorreu em 2012, e a barragem sofreu modificações após essa inspeção. Segundo a DNPM (2016) a classificação de risco da barragem é baixa, com dano potencial associado alto e a barragem estava inserida no PNSB, porém a empresa não possuía um Plano de Ação Emergência – PAE.

A classificação deste desastre, segundo a defesa civil, proporciona uma noção dos danos aos quais foram expostos à população, assim pode-se destacar os principais impactos sociais decorrentes do rompimento da barragem.

No trecho que compreende o ponto do rompimento e a foz do rio do Carmo, correspondendo a 77 km, a lama ultrapassou o leito do rio, e devastou casas, pontes, igrejas, vias e demais estruturas urbanas, resultando ainda em 19 vítimas. Onde constatou-se que os estragos foram diretamente proporcionais à distância da barragem, devendo-se levar em conta os sérios danos aos últimos locais atingidos (CTPNSB, 2016).

Diversos problemas foram desencadeados com a ruptura da barragem, uma vez que a Bacia do Rio Doce provém água diretamente para abastecimento público de várias cidades, que ao ter seu corpo hídrico transformado pelos rejeitos, ocasionou a interrupção total ou parcial do abastecimento de água de 12 cidades, atingindo uma população estimada em 424.000 pessoas, impactando ainda 143 pontos de captação de água, para fins industriais, irrigação, criação de animais e outros usos outorgados pela ANA. Vale ressaltar ainda que o abastecimento público foi retomado aos poucos, após passar por adaptações nas estações de tratamento, pois a água captada apresentava altos níveis de turbidez.

O IBAMA (2015) evidenciou ainda populações desabrigadas e a devastação de localidades e como consequência a fragmentação dos vínculos sociais das comunidades. O subdistrito de Bento Rodrigues, teve 207 dos 251 imóveis atingidos, correspondendo a cerca de 82% do total.

O Relatório elaborado pela Comissão Temporária da Política Nacional de Segurança de Barragens (CTPNSB, 2016) destacou como impacto social, além dos danos ao abastecimento público:

[...] prejuízo à saúde pública e à assistência médica, inclusive ao atendimento de emergências médicas; interrupção da limpeza urbana e do recolhimento e destinação de resíduos sólidos; interrupção da vigilância sanitária; fragilização do sistema de segurança pública; interrupção da distribuição de energia elétrica; interrupção da distribuição de combustíveis, inclusive gás de cozinha; interrupção das telecomunicações; danos aos sistemas de coleta de esgoto e de drenagem de águas pluviais; e interrupção dos serviços de transportes. pág. 35-36, par 2º.

Comparando o desastre de Mariana à definição de impacto ambiental, é indiscutível as inúmeras consequências ambientais geradas pelo acidente. O IBAMA

(2015) ressaltou, num primeiro momento, algumas das principais consequências ambientais, dentre elas podemos citar: Devastação de áreas de preservação permanente e vegetação nativa de Mata Atlântica; Altos níveis de mortalidade da fauna terrestre e biodiversidade aquática; Assoreamento dos corpos hídricos; Suspensão das atividades pesqueiras por tempo indefinido; Suspensão do turismo; e Modificação dos padrões de qualidade da água doce, salobra e salgada.

As Áreas de Preservação Permanentes (APPs) buscam proteger os recursos hídricos, como exemplo pode-se citar, a inibição do assoreamento dos cursos d'água. A devastação ou danos causados às APPs é considerado crime ambiental, previsto no art. 38 da Lei 9.605 de 1998. Cerca de 1.469 hectares foram destruídos, incluindo APPs, ao longo de 77 km de corpos hídricos, como ilustrado na Figura 10 (IBAMA, 2015).



Figura 10 - Rio Doce a montante da confluência com o Rio do Peixe

Fonte: ANA, 2016.

Após atingir a barragem Santarém houve o galgamento desta, e depois provocou avarias nas comportas da hidrelétrica Risoleta Neves (Candonga), que armazenou cerca de 9 milhões de metros cúbicos dos 34 liberados por Fundão. Em seguida, foi registrada a chegada da pluma de sedimentos ao Rio Doce, apresentando altos níveis de turbidez, conforme (ANA, 2016).

A passagem da onda de rejeitos à montante do Reservatório Candonga provocou a supressão da vegetação das margens e deposição na calha do rio até a UHE Baguari (ANA, 2016). Esse processo provocou a diminuição da capacidade do rio de movimentar as partículas em suspensão, o que resulta em assoreamento no curso d'água.

Os níveis de turbidez medidos foram acima de 1.000 UNT (Unidades Nefelométricas de Turbidez ou mg/l de SiO₂), em trechos do rio Doce, mesmo após a passagem da pluma, permanecendo valores aproximados por mais de 30 dias. O brusco aumento nos níveis de turbidez do rio provocou uma suspensão no

abastecimento de água nas cidades de Alpercata, Governador Valadares, Tumiritinga, Galiléia, Resplendor, Itueta e distrito de Aimorés, Baixo Guandu, Colatina e distrito de Linhares. A alta turbidez influencia ainda na diminuição da capacidade de realizar fotossíntese das espécies (ANA, 2016). Houve também uma redução nos níveis de oxigênio dissolvido para zero que somado aos sedimentos em suspensão impactou diretamente a vida aquática local (ANA, 2015).

Diversas espécies de peixes presentes na bacia do rio Doce, consideradas espécies ameaçadas ou endêmicas (que são encontradas somente em um local), podem ter sido atingidas, gerando: destruição de áreas de reprodução, perda de espécies, agravamento no registro de espécies ameaçadas e endêmicas, prejuízo na estrutura e função dos ecossistemas, comprometimento da reserva de peixes para a pesca e outros, como é mostrado na Figura 11 (IBAMA, 2015).



Figura 11 - Mortandade de peixes na área do Parque Estadual do Rio Doce

Fonte: ANA, 2016.

É importante salientar que a Samarco contratou uma empresa para retirar a carcaça dos peixes do rio, e somente na área compreendida entre Baixo Gandu e Linhares, cerca de 150 km, foram contados 7.410 peixes de 21 espécies (IBAMA, 2015). Considerando toda a área foram mais de 11 toneladas de peixes mortos segundo a ANA (2015).

Além da grande quantidade de peixes mortos há o registro do comprometimento da desova de tartarugas na praia de Regência, que é considerada um dos pontos de referência nacional para a desova, onde se encontra uma base do Projeto Tamar (HUFFPOST BRASIL, 2015).

A interrupção da prática de pesca, deu-se devido à constatação de intensa contaminação da água por metais pesados. A contaminação da água e a suspensão do abastecimento de água proveniente do rio Doce, comprometeu as atividades agropecuárias exercidas na região, pois alguns agricultores utilizavam apenas a água do rio para irrigação. A Figura 12 abaixo apresenta uma propriedade, onde são

desenvolvidas atividades de agricultura às margens do rio Doce (ORGANOM, 2015).



Figura 12 - Agricultura irrigada na Bacia do Doce

Fonte: ANA, 2016.

A mortandade de peixes, a contaminação da água e desestruturação do solo, impactou economicamente os trabalhadores, que dependiam das atividades pesqueiras, agropecuárias e agrícolas, para a subsistência e fonte de renda, resultando numa instabilidade financeira.

Deve-se considerar ainda que os rejeitos depositados no solo são potencialmente prejudiciais, podendo desestruturar quimicamente e afetar o pH deste (IBAMA, 2015). A regeneração da vegetação nativa certamente será comprometida, devido as modificações ocorridas na porosidade dos solos, o que dificulta a infiltração de água, a qual é essencial para o desenvolvimento da vegetação, resultando em alterações significativas no ecossistema.

Considerando os impactos sociais, é possível observar o surgimento de danos psicológicos, não somente na população afetada pelo desastre, mas também naquelas adjacentes, que temem um desastre similar, devido a existência do Complexo Minerário Germano. A população remanejada das áreas afetadas, especialmente de Bento Rodrigues, são os que mais sofrem, pois tiveram que se habituar a um novo estilo de vida, ao qual não estavam acostumados, situação de grande dificuldade de adaptação, principalmente para os habitantes mais antigos da região, que construíram suas memórias e sonhos vinculados ao local.

Em Resplendor, os índios Krenak, conhecidos como Borum Watu (Rio Doce segundo seu dialeto), foram afetados drasticamente, pois do rio retiravam sua alimentação através da pesca, água para consumo e realização de atividades do dia-a-dia e para práticas religiosas. Ao ser entrevistado sobre o Rio Doce pelo G1, a índia Dejanira Krenak afirma que “.....é como perder um parente. A gente sente que perdeu uma mãe, um pai....” (G1, 2015).

Dentre as perdas materiais que possuem laços afetivos, pode-se citar

desaparecimento de quadros, fotografias e objetos de recordação, destruição de construções antigas como igrejas e as próprias residências, que possuem valor inestimável para os moradores. É como se, além de ter sua casa e objetos destruídos, os moradores também perdessem sua história e identidade cultural.

O principal impacto social, decorrente do acidente, foi a quantidade expressiva de mortos, que sensibilizou a sociedade, de modo mais intenso aos familiares, que perderam seus entes queridos de forma trágica e inesperada.

5 | CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O ano de 2015 foi marcado por um grande desastre, o rompimento da Barragem de Fundão em Mariana. Este acidente tornou-se numa das maiores tragédias ocorridas no Brasil e seus impactos incalculáveis, obtendo repercussão mundial e graves consequências.

Esse desastre ocasionou uma violenta onda de rejeitos de mineração, que ao longo do seu percurso até o Espírito Santo, destruiu o subdistrito de Bento Rodrigues, atingiu os subdistritos Paracatu de Baixo e Gesteira e impactou negativamente grande parte da bacia do Rio Doce.

A onda de lama prejudicou de forma imensurável a fauna e flora, terrestre e aquática, provocou a mortandade de milhares de peixes, poluiu importantes rios como, Rio do Carmo, Rio Gualaxo do Norte e Rio Doce, devastou florestas localizadas em APPs, interferiu no abastecimento de água para consumo em algumas cidades, dentre outros diversos impactos ambientais.

A morte das 18 pessoas e o desaparecimento de uma trata-se do principal impacto social, pois não há valor que pague por uma vida. Além disso, é evidente a série de transtornos de caráter emocional e psicológico, gerados pelo acidente a população atingida, principalmente aos familiares das vítimas, aos que dependiam dos recursos naturais afetados para sua subsistência e aos moradores dos subdistritos que foram atingidos com maior intensidade.

Analisando a diversidade e amplitude dos prejuízos socioambientais, é incontestável que a população sofrerá os efeitos decorrentes desse desastre durante muito tempo. Isso se deve pela impossibilidade de assegurar que os danos passíveis de compensação serão efetivamente executados, fora os considerados irreversíveis.

Torna-se necessária uma fiscalização mais eficiente nesse tipo de barragens para evitar futuros acidentes.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Encarte Especial Sobre a Bacia do Rio Doce: Rompimento da Barragem em Mariana MG.** Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos - SPR/Ministério de Meio Ambiente, Brasília DF, 2016.

_____. **Relatório de Segurança de barragens 2015.** Brasília, DF, 2015. Disponível em: <[http://arquivos.ana.gov.br/cadastros/barragens/seguranca/RelatorioSegurancaBarragens_2015 .pdf](http://arquivos.ana.gov.br/cadastros/barragens/seguranca/RelatorioSegurancaBarragens_2015.pdf)>. Acesso em 16/11/2018.

ARAÚJO, C. B. **Contribuição ao estudo do comportamento de barragens de rejeito de mineração de ferro.** 2006. 134 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Faculdade de Engenharia Civil, COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, 2006.

CASTRO, A. L. C. **Manual de planejamento em defesa civil.** Vol.1. Brasília: Ministério da Integração Nacional/Departamento de Defesa Civil, 1999. 133p.

CASTRO, M. de; ROQUE, M.; FREITAS, A. A.; GARCIA, F. F. (Org.) **PRISMMA: Pesquisa sobre a saúde mental das famílias atingidas pelo rompimento da barragem de Fundão em Mariana.** Belo Horizonte: Corpus, 2018.

CÉSAR, P. S. M., CARNEIRO, R. O rompimento da barragem em mariana para as populações historicamente vulneráveis. **Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo**, v. 2, n. 1, p. 223-240, 2016.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DE MINAS. GERAIS (CODEMIG). **Mineração e Geologia.** 2016. Disponível em: <<http://www.codemig.com.br/mineracao-e-geologia>>. Acesso em: 14/12/2018.

COMISSÃO TEMPORÁRIA DA POLÍTICA NACIONAL DE SEGURANÇA DE BARRAGENS (CTPNSEB). **Relatório Final Da Comissão Temporária da Política Nacional de Segurança de Barragens.** 2016. Disponível em: <<https://legis.senado.leg.br/comissoes/mnas?codcol=1994&tp=4>>. Acesso em: 26/09/2018.

G1. **Rio Doce e o caminho da lama - Dia 5: indígenas choram a morte do rio.** Portal G1. Atualizado em 29/11/2015 11h30. Disponível em: <<http://g1.globo.com/minas-gerais/desastre-ambiental-em-mariana/noticia/2015/11/rio-doce-e-o-caminho-da-lama-dia-5.html>>. Acesso em: 20/11/2018.

HUFFPOST BRASIL. **Lama do rio Doce faz Projeto Tamar transferir ninhos de tartarugas.** 2015. Disponível em: <https://www.huffpostbrasil.com/2015/11/19/lama-do-rio-doce-faz-projeto-tamar-transferir-ninhos-de-tartarug_a_21683727/>. Acesso em: 11/10/2018.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE (CBH Doce). Disponível em <<http://www.cbhdoce.org.br/institucional/a-bacia>>. Acesso em: 04/01/2019.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL (DNPM). **Anuário Mineral Brasileiro 2016. Relatório.** DNPM, Ministério de Minas e Energia, Brasília, 2016. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/dnpm/publicacoes/se-rie-estatisticas-e-economia-mineral/anuariomineral/anuario-mineral-brasileiro/anuario-mineral-brasileiro-2016-metalicos>>. Acesso em: 12/12/2018.

FREITAS, C. M.; SILVA, M. A.; MENEZES, F. O desastre na barragem de mineração da Samarco: fratura exposta dos limites do Brasil na redução de risco de desastres. **Ciência e Cultura**, v. 68, n. 3, p. 25-30, 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). 2015. **Laudo Técnico Preliminar – Impactos ambientais decorrentes do desastre envolvendo o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais.** Diretoria de Proteção Ambiental – DIPRO & Coordenação Geral de Emergências Ambientais – CGEMA. Brasília, Novembro de 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Brasil: 500 anos de povoamento**. IBGE, Centro de Documentação e Disseminação de Informações, Rio de Janeiro, 2007. 232 p. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv6687.pdf>> Acesso em: 20/09/2018.

_____. **Censo Demográfico – 2010: Características da população e dos domicílios**. IBGE, 2011. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/mariana/-panorama>>. Acesso em: 22/03/2018.

MARTIN, T. E.; MCROBERTS, E. C. Some considerations in the stability analysis of upstream tailings dams. **In: Proceedings of the Sixth International Conference on Tailings and Mine Waste**. 1999. Vol. 99, 287-302.

MORGENSTERN, N. R.; VICK, S. G.; VIOTTI, C. B.; WATTS, B. D. Comitê de Especialistas para Análise da Ruptura da Barragem de Rejeitos de Fundão - **Impactos socioambientais no Espírito Santo da ruptura da barragem de rejeitos da Samarco Fundão**. 2016. 83 p. Disponível em: <<http://fundao.investigation.com/wp-content/uploads/general/PR/pt/FinalReport.pdf>>. Acesso em: 22/09/2018.

ORGANON. **Impactos socioambientais no Espírito Santo da ruptura da barragem de rejeitos da Samarco - Relatório preliminar**. Núcleo de Estudo, Pesquisa e Extensão em Mobilizações Sociais. Novembro / dezembro 2015.

SAMARCO MINERAÇÃO S/A. **A Samarco**. 2018. Disponível em: <<https://www.samarco.com/a-samarco/>>. Acesso em: 16/11/2018.

_____. **Relatório de avaliação do desempenho ambiental – Barragem Fundão**. 2013. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/siam/lc/2013/0001519840952013/7086862013.pdf>>. Acesso em: 17/09/2018.

USO DA TERRA EM FUNÇÃO DAS CLASSES DE DECLIVIDADE NA MICROBACIA DO RIO DA DONA – BAHIA

Data de aceite: 21/11/2019

Laiana dos Santos Trindade

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Programa de Pós-graduação em Solos e
Qualidade de Ecossistemas
Cruz das Almas – Bahia

Jamile Brazão Mascarenhas

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Programa de Pós-graduação em Solos e
Qualidade de Ecossistemas
Cruz das Almas – Bahia

Avete Vieira Lima

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Programa de Pós-graduação em Solos e
Qualidade de Ecossistemas
Cruz das Almas – Bahia

Raíssa Homem Gonçalves

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Programa de Pós-graduação em Solos e
Qualidade de Ecossistemas
Cruz das Almas – Bahia

Lucas de Souza Alves

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Programa de Pós-graduação em Solos e
Qualidade de Ecossistemas
Cruz das Almas – Bahia

Luise Torres Oliveira

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Programa de Pós-graduação em Solos e

Qualidade de Ecossistemas

Cruz das Almas – Bahia

Taline Borges Ribeiro

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Programa de Pós-graduação em Solos e
Qualidade de Ecossistemas
Cruz das Almas – Bahia

Everton Luís Poelking

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e
Biológicas
Cruz das Almas – Bahia

Thomas Vincent Gloaguen

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Programa de Pós-graduação em Solos e
Qualidade de Ecossistemas
Cruz das Almas – Bahia

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo avaliar o uso da terra em função da declividade do terreno na microbracia do Rio da Dona. O estudo foi realizado na bacia do Rio da Dona, localizada no Recôncavo Sul da Bahia, a vegetação é predominante é a floresta ombrófila densa. O mapa de uso da terra, foi gerado a partir de imagens Landsat 8 de 2016. E o mapa de declividade, foi gerado a partir de imagens SRTM. Estes mapas foram elaborados no software ArcGIS 10.2. Dentre as classes de uso da terra considerados, a predominância é de pastagem com 66,68% da área da bacia,

seguido de mata atlântica (20,18%) e solo exposto (7,35%). No relevo forte ondulado, ocorre cerca de 1.185 ha de pastagem e agricultura, necessitando de intensivos tratamentos conservacionistas para evitar ou minimizar a forte susceptibilidade a erosão que possui essa área. Podemos concluir que a pastagem e o relevo ondulado ocupam a maior parte da área da bacia. Os cultivos agrícolas e a atividade pastoril em áreas de alto declive necessitam de implantação de práticas conservacionistas para o manejo customizado da bacia.

PALAVRAS-CHAVE: Manejo do solo; Erosão; Práticas conservacionistas.

LAND USE IN FUNCTION OF THE CLASSES OF DECLIVITY IN THE MICROBASIN OF DA DONA RIVER - BAHIA

ABSTRACT: The present work aimed to evaluate the land use in function of the slope of the ground in the Da Dona River microbasin. The study was conducted in the Rio da Dona basin, located at the Recôncavo Sul of Bahia, the predominant vegetation is rainforest. For the intersection, the land use map of the area was used, generated through Landsat 8 2016. And the slope map, generated by SRTM images. These maps were elaborated in the ArcGIS 10.2 software and afterwards crossed in the Zonal tool - Tabular area, the table as result for the data analysis. Among the land use classes considered, the predominance is pasture with 66.68% of the basin area, followed by Atlantic forest (20.18%) and exposed soil (7.35%). In the dense undulating relief, there is about 1,185 ha of pasture and agriculture, requiring intensive conservation treatments to avoid or minimize the strong erosion susceptibility of this area. We can conclude that pasture and undulating relief occupy most of the basin area. It is noteworthy that agricultural crops and pastoral activity in high slope areas require the implementation of conservationist practices for the customized management of the basin.

KEYWORDS: Soil management; Erosion; Conservationist practices.

1 | INTRODUÇÃO

O uso antrópico desordenado provoca alterações ambientais irreversíveis que comprometem a capacidade de regeneração dos recursos naturais (OLIVEIRA *et al.*, 2013; QUEIROZ, 2017). A utilização da bacia hidrográfica como unidade de planejamento, visa orientar a ocupação humana a fim de que sejam protegidas as áreas destinadas à preservação ambiental e com isso conservando os recursos naturais (BOTELHO, 1999). As características físicas da bacia hidrográfica, geralmente são influenciadas ou controladas pela sua estrutura geológica.

As unidades geomorfológicas são definidas como um arranjo de formas altimétricas que possuem semelhanças em sua fisionomia em diversos tipos de modelados (IBGE, 2009). Segundo Ross (2011), os estudos relativos à geomorfologia explicam não apenas as formas de relevo, mas também a sua formação e tamanho,

além de sua relação com os diversos componentes da natureza. A geologia e a geomorfologia, juntamente com a vegetação e o solo constituem importantes fatores na manutenção dos ecossistemas, desempenhando assim, papel fundamental na composição dos elementos de uma bacia hidrográfica (BÜHLER; SOUZA; DE PAULA, 2016).

A topografia reflete as influências do comprimento de rampa e da declividade do terreno. A declividade de acordo com a legislação brasileira é um fator limitante ao uso agrícola, em que, permite a identificação das áreas com maior fragilidade indicando as alterações que devem ser feitos no uso do solo, de modo a adequar os tipos de culturas a morfologia da área (OLIVEIRA *et al.*, 2008; BRADY, 1989).

A declividade do terreno aliada aos usos da terra, confere um instrumento importante ao planejamento ambiental de uma determinada área. Diante do exposto o presente trabalho teve como objetivo avaliar o uso da terra em função da declividade do terreno na microbacia do Rio da Dona.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A microbacia do Rio da Dona compreende uma área de aproximadamente 668 Km² e está localizada no Recôncavo Sul do Estado da Bahia (Figura 1), apresentando variações climáticas. De acordo com Köppen a microbacia apresenta os seguintes climas: Af (tropical chuvoso de floresta sem estação seca), Aw (tropical subúmido com chuvas de verão), Am (tropical chuvoso de floresta) e As (tropical chuvoso de floresta com curto período seco no verão).

Na área de estudo há ocorrência de Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, Latossolo Amarelo Distrófico, Espodossolo Ferrihumilúvico Hidromórfico, Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico e Planossolo Eutrófico (EMBRAPA, 2011). A vegetação predominante é a Floresta Ombrófila Densa que está inserido no Bioma Mata Atlântica.

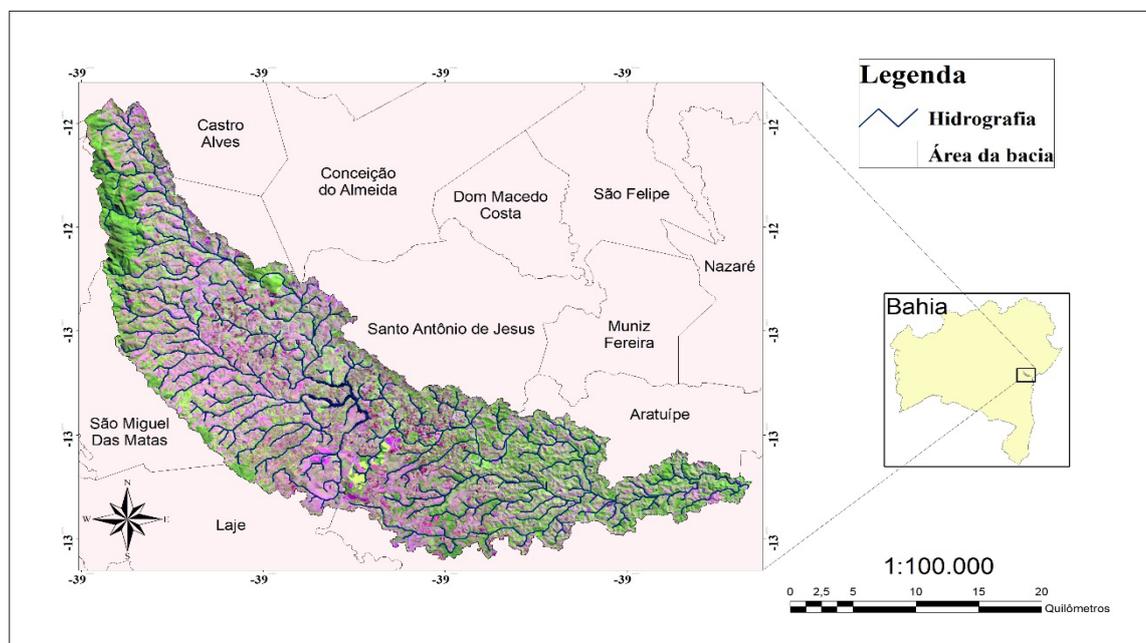


Figura 1 - Mapa de localização da microbacia do Rio da Dona.

Fonte: Elaborada pelos autores, 2018.

2.2 Bases cartográficas

Foram obtidos dados *Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)* no site *United States Geological Survey (USGS, 2018)*. De posse desses dados, foram gerados o mapa de declividade e a delimitação da bacia. Para a delimitação e aquisição da rede de drenagem da Bacia do Rio da Dona, o processo foi desenvolvido no SIG ArcGIS 10.2 (ESRI, 2018), juntamente as extensões (ferramentas) *Spatial Analyst* e *Hydrology Modeling*. A metodologia utilizada nesse procedimento foi composta das seguintes etapas: preenchimento de depressões, direção de fluxo, fluxo acumulado, ordem do curso d'água (onde foi obtido a rede de drenagem da bacia) e delimitação de bacias. O mapa de declividade, foram separadas em cinco intervalos sugeridos por Ruthes *et al.* (2012).

O mapa de uso da terra foi elaborado a partir de imagens do TM - Landsat 8 do dia 16 de junho de 2016, que foram obtidas no site *United States Geological Survey (USGS, 2018)*. Nesta análise, foi utilizada a composição de bandas 3, 4 e 5 que correspondem às faixas de verde, vermelho e infravermelho próximo. Foi realizado uma classificação supervisionada pelo método de MAXVER (Máxima verossimilhança). A imagem do Landsat foi classificada em cinco classes de uso da terra, conforme a Tabela 1.

Código da classe	Classe de uso da terra
1	Mata Atlântica
2	Agricultura
3	Solo Exposto
4	Pastagem
5	Corpos D'água

Tabela 1 - Classes de uso da terra.

Elaborada pelos autores, 2018.

Posteriormente a classificação da imagem, foi realizado uma análise estatística através do índice Kappa, para avaliar a acurácia do mapa gerado. O índice Kappa varia de 0 a 1, quanto mais próximo de 1 melhor é a exatidão.

O mapa de declividade e uso da terra foram projetados no sistema de projeção cartográfica UTM, datum SIRGAS 2000. Para a avaliação da declividade em função de uso e cobertura da terra os mapas foram cruzados através da ferramenta Zonal – Tabular área, gerando uma tabela, permitindo a análise dos dados.

3 | RESULTADOS

Na Figura 2 observa-se o resultado do processo de classificação digital do uso da terra na microbacia e na Tabela 2 estão apresentados os resultados relativos à área ocupada por cada classe de uso da terra.

Conforme as classes de uso da terra considerados, a predominância é de pastagem com 66,68% da área da bacia, seguido de mata atlântica (20,18%) e solo exposto (7,35%).

Classes	Área (ha)	Área (%)
Mata Atlântica	13.475,52	20,18
Agricultura	3.682,17	5,51
Solo exposto	4.908,06	7,35
Pastagem	44.535,51	66,68
Corpos d'água	187,02	0,28

Tabela 2 – Classes de Uso da Terra da microbacia do Rio da Dona.

Fonte: Elaborada pelos autores, 2018.

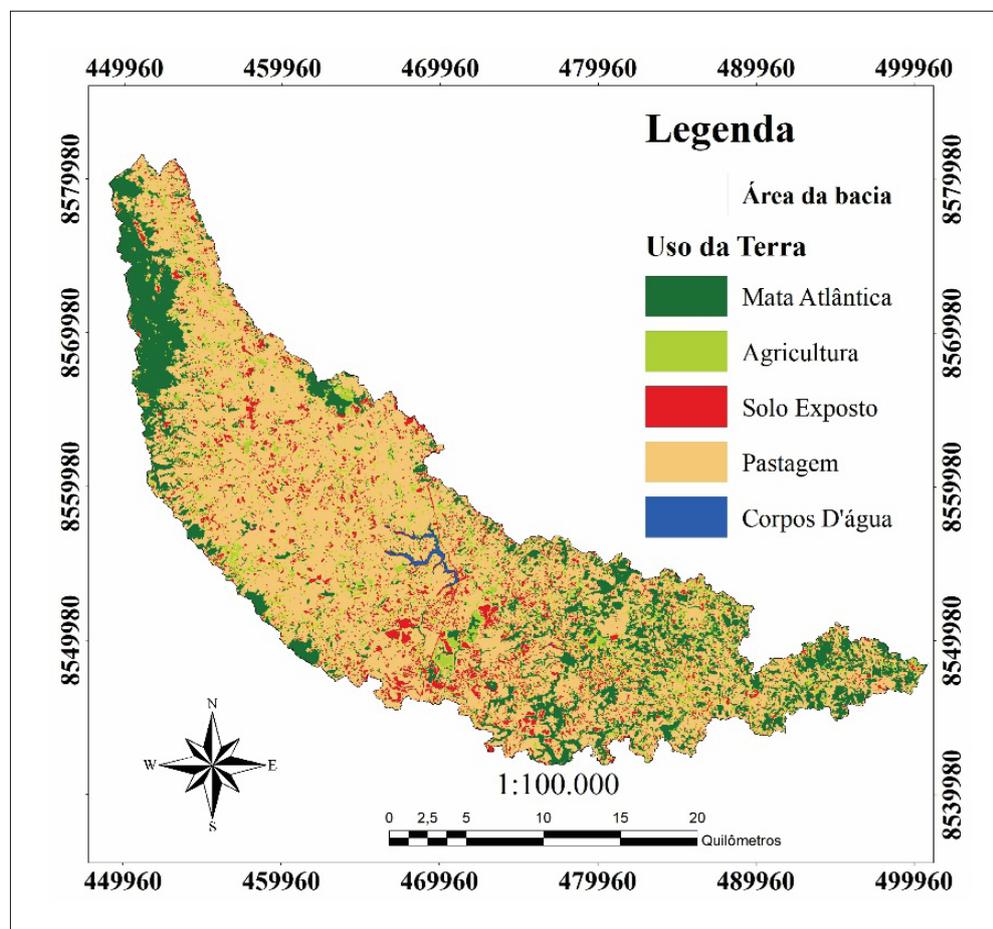


Figura 2 - Mapa de uso da terra da microbacia do Rio da Dona.

Fonte: Elaborada pelos autores, 2018.

A tabela 3, evidencia a acurácia da classificação. Os valores da diagonal (em negrito) correspondem às amostras de cada classe classificada corretamente. Diante do observado apenas a classe de Solo Exposto apresentou um índice baixo com 53,16% de nível de acertos. No geral, a imagem classificada apresentou um índice Kappa de 0,92 que conforme Santos *et al.* (2010) é considerada como excelente.

Classes	Mata Atlântica	Agricultura	Solo Exposto	Pastagem	Corpos d'água	Soma da linha
Mata Atlântica	456.300	0	0	0	0	456.300
Agricultura	0	125.100	0	0	0	125.100
Solo Exposto	0	0	37.800	0	2.700	40.500
Pastagem	3.600	900	33.300	131.400	0	169.200
Corpos d'água	0	0	0	0	72.000	72.000
Soma das colunas	459.900	126.000	71.100	131.400	74.700	-
Acertos (%)	99,22	99,29	53,16	100,00	96,39	-

Exatidão global = 0,95; Índice Kappa = 0,92.

Tabela 3 – Matriz de erro da classificação pelo MAXVER.

Conforme pode ser observado na Tabela 4, a classe de declive de 8-20%

representa 45,27% da área total da microbacia, ocupando a maior área. A segunda classe de declive em área ocupada é a de 3-8%, representando 30,30% da área total. Já a classe de declive 0-3% ocupa 19,03% da área, sendo a terceira maior classe de declive da microbacia. A classe de declive de 20-45% representa 5,38% da área total, sendo a quarta maior classe. E a classe com declive superior a 45% representa 0,04% da área total. Este conjunto de dados demonstra que o relevo da área da microbacia é ondulado, e apresentando poucas áreas com altas declividades.

Declividade (%)	Área (ha)	Área (%)	Classificação
0 – 3	12.334,05	19,03	Plano
3 – 8	19.642,23	30,30	Suave ondulado
8 – 20	29.349,00	45,27	Ondulado
20 – 45	3.490,29	5,38	Forte ondulado
> 45	10,17	0,02	Montanhoso

Tabela 4 – Classes de declividade proporcional à área total da microbacia em estudo.

Fonte: Elaborada pelos autores, 2018.

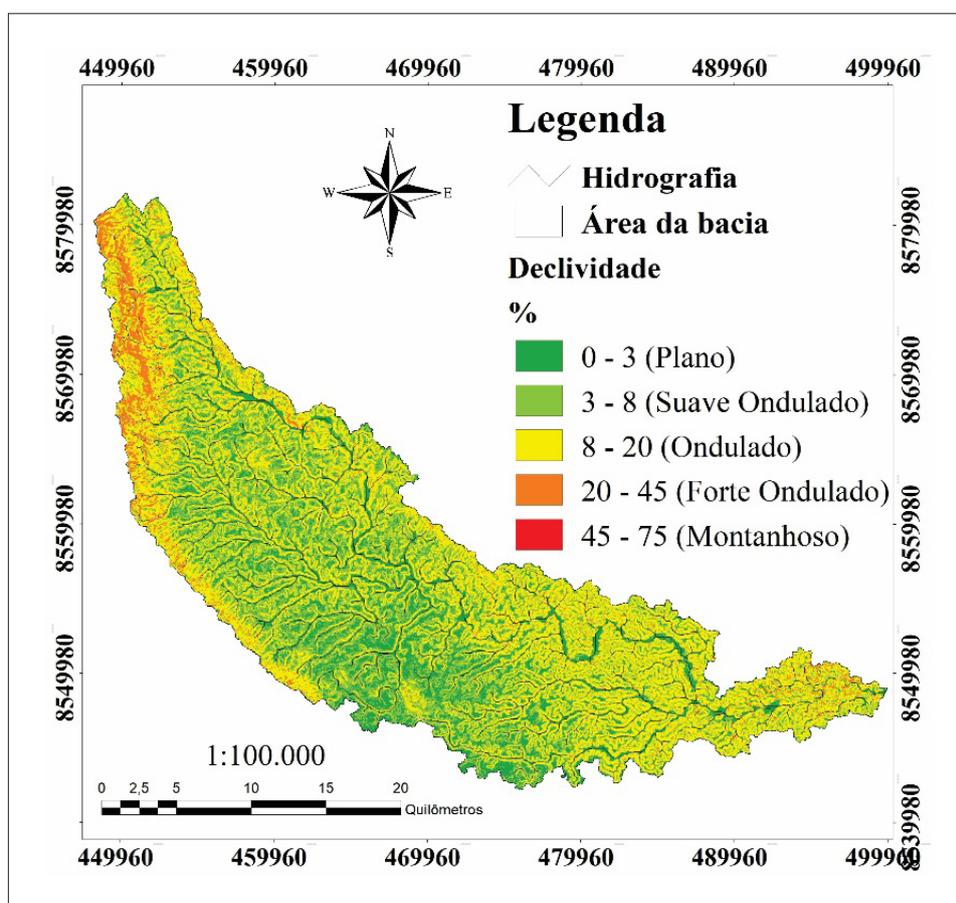


Figura 3 - Mapa de declividade da microbacia do Rio da Dona.

Fonte: Elaborada pelos autores, 2018.

De acordo com a Tabela 4, o uso de Pastagem ocupa 19.451,28 ha da área de

declividade de 8 a 20%, sendo a maior ocupação da terra nesta classe de declive, seguindo pelo uso de Mata Atlântica (7.553,25 ha), solo exposto (1.854,63 ha) e agricultura (1.382,49 ha). As áreas com declive de 20 a 45% é ocupada principalmente por Mata Atlântica (2.166,93 ha) e Pastagem (1.183,32 ha), é importante destacar que estes locais devem ser ocupados por atividades menos agressivas ao solo (LEPSCH *et al.*, 1991). As áreas acima de 45% de declive encontra-se 2,97 ha de Pastagem e apenas 1,08 ha de Mata Atlântica, estes locais de altas declividades o único uso recomendado, de acordo com Lepsch *et al.* (1991) é o de proteção da fauna e da flora silvestre, armazenamento de água e recreação, ou seja, deveriam ser locais cobertos por florestas o que não está ocorrendo na área de estudo.

A área da bacia que merece especial atenção é a localizada no relevo ondulado, que possui cerca de 21.000 ha ocupados por pastagem e agricultura. Tais classes quando situadas em áreas declivosas são sujeitas a erosões moderadas a fortes, necessitando de práticas de conservação.

No relevo forte ondulado, ocorre cerca de 1.185 ha de pastagem e agricultura, necessitando de intensivos tratos conservacionistas para evitar ou minimizar a forte susceptibilidade a erosão que possui nesta área. Todas as classes de uso da terra, exceto corpos d'água, possuem baixa porcentagem em área de relevo montanhoso, porém, como nesta área o escoamento superficial é acelerado, é essencial a manutenção da vegetação a fim de evitar a erosão hídrica.

Declividade (%)	Uso da terra - Área (ha)				
	Mata Atlântica	Agricultura	Solo Exposto	Pastagem	Corpos d'água
0 - 3	1350,54	1005,93	1203,12	8921,43	162,09
3 - 8	2375,10	1185,39	1685,43	14917,68	20,97
8 - 20	7553,25	1382,49	1854,63	19421,28	3,69
20 - 45	2166,93	102,69	145,98	1183,32	0,27
> 45	1,08	0,63	5,49	2,97	0,00

Tabela 4 - Uso da Terra versus declividade da microbacia em estudo.

Fonte: Elaborada pelos autores, 2018.

4 | CONCLUSÃO

A pastagem e o relevo ondulado ocupam a maior parte da área da bacia. Vale salientar que os cultivos agrícolas e a atividade pastoril em áreas de alto declive necessitam de implantação de práticas conservacionistas para o manejo customizado da bacia.

Nas áreas com declive acima de 45% apresentou uma maior área composta por pastagem, que segundo a legislação são área que devem ser cobertas principalmente

por florestas.

REFERÊNCIAS

BOTELHO, R. G. M. Planejamento Ambiental em Microbacia Hidrográfica. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. Cap. 8. p. 269-300.

BRADY, N. C. **Natureza e propriedade dos solos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989.

BÜHLER, B. F.; SOUZA, C. A.; DE PAULA, W. C. S. CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO JACOBINA, MUNICÍPIO DE CÁCERES - MT. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 13, n. 23, p.1551-1568, out. 2016.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **O novo mapa de solos do Brasil: legenda atualizada**. Humberto Gonçalves dos Santos et al. Dados eletrônicos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011.

ESRI. ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE. ArcGIS 10.2 Desktop help. Disponível em: . Acesso em: 01 março 2018.

IBGE. Manual Técnico de Geomorfologia. 2ª ed. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2009.

LEPSCH, I. F.; BELLINAZZI JR., R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C. R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. 4ª aproximação. Campinas: SBCS, 1991.

OLIVEIRA, L. F. C.; CALIL, P. M.; RODRIGUES, C.; KLIEMANN, H. J.; OLIVEIRA, V. A. Potencial do uso dos solos da bacia hidrográfica do alto rio Meia Ponte, Goiás. **Revista Ambiente & Água**, v. 8, n. 1, p. 222-238, 2013.

OLIVEIRA, P. C. A.; RODRIGUES, G. S. S. C.; RODRIGUES, S. C. Fragilidade ambiental e uso do solo da bacia hidrográfica do Córrego Pindaíba, Uberlândia, MG, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, v. 3, n. 1, p. 54-67, 2008.

QUEIROZ, P. H. B. Mapeamento de declividade e das tipologias de uso da terra como subsídio ao zoneamento ambiental de um segmento do médio curso da bacia hidrográfica do Rio Pacoti - CE. **Revista Geonorte**, v. 8, n. 29, p.116-133, 2017.

ROSS, J. L. S. **Geografia do Brasil**. Ed. Didática, São Paulo, 2011.

RUTHES, J. M.; TOMAZONI, J. C.; GUIMARÕES, E.; GOMES, T. C. Uso de Sistema de Informação Geográfica na Determinação do Fator Topográfico da Bacia do Rio Catorze, Sudoeste do PR. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 5, n. 5, p.1099-1109, 2012.

SANTOS, A. R.; PELUZIO, T. M. O.; SAITO, S. N. **SPRING 5.1. 2: passo a passo: aplicações práticas**. Alegre, ES: CAUFES, 2010.

U.S.G.S. UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. Disponível em: < <https://earthexplorer.usgs.gov/> .html>. Acesso em: 01 abril 2018.

DIETA E DISPERSÃO DE SEMENTES POR MORCEGOS EM ÁREA DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL E SISTEMA AGROFLORESTAL, NO INTERIOR DO ESTADO DE SÃO PAULO

Data de aceite: 21/11/2019

Ana Elisa Teixeira da Silva

Ma. Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais – Universidade Federal de São Carlos, UFSCar, São Carlos – São Paulo

Vlamiir José Rocha

Dr. Professor Associado do Departamento de Ciências da Natureza, Matemática e Educação (DCNME/CCA) da Universidade Federal de São Carlos, UFSCar, Araras, São Paulo.

Rodolfo Antônio de Figueiredo

Dr. Professor Associado do Departamento de Ciências Ambientais (DCAm/CCBS) da Universidade Federal de São Carlos, UFSCar, São Carlos – São Paulo.

RESUMO: A fragmentação de áreas naturais pode afetar pequenos animais como os morcegos e comprometer milhares de anos de coexistência entre esses animais e plantas. Deste modo, os Sistemas Agroflorestais (SAF's), cultivos simultâneos de espécies agrícolas e nativas, podem contribuir para a manutenção de espécies de morcegos e aumentar a conectividade entre fragmentos florestais. A partir desta linha de reflexão, o presente estudo realizado em Área Nativa e de SAF, em Pirassununga (SP), objetivou analisar quais itens alimentares compunham a dieta dos morcegos capturados com redes de neblina,

e quais foram as sementes dispersadas por eles. Foram obtidas então, 87 amostras fecais pertencentes a 10 espécies de morcegos, sendo 38 amostras fecais (44%) coletadas em Área Nativa e 49 (56%) no SAF. De modo geral, 16 itens alimentares compuseram a dieta dos morcegos filostomídeos (N=83 amostras fecais), como frutos, néctar, restos de artrópodes e barro. Ao passo que os morcegos vespertilionídeos (N=4 amostras fecais), alimentaram-se de insetos não identificados e mariposas. Os resultados também sugerem que a presença de plantas pioneiras espontâneas nas áreas estudadas, possa ter atraído a quiropterofauna por prover recursos alimentares ao longo do ano. E que, apesar do SAF possivelmente prover recursos alimentares livres de agrotóxicos para espécies de morcegos consideradas mais comuns, fragmentos florestais garantem a persistência de espécies de morcegos raras ou menos comuns.

PALAVRAS-CHAVE: Morcegos; Dieta; Área Nativa; SAF.

DIET AND SEED DISPERSAL BY BATS IN SEMIDECIDUOUS FOREST AND AGROFORESTRY AREAS, IN THE COUNTRYSIDE OF SÃO PAULO

ABSTRACT: The fragmentation of natural areas resulting from deforestation and agricultural and

urban expansions may affect small animals such as bats and harms thousands of years of coexistence between these animals and plants. Thus, Agroforestry Systems (AFS's), simultaneous cropping of agricultural and native species, may contribute to the maintenance of bat species and increase the connectivity between forest fragments. By this way, the present study carried out in the Native Area and AFS, in Pirassununga (SP), presents results concerning the diet of bats capturing with mist nets, which food items compose their diet and which seeds were dispersed by bats. Then, a total of 87 fecal samples from 10 bat species were collected, 38 fecal samples in Native Area (44%, six species) and 49 (56%, seven species) in AFS. In general, 16 food items composed the diet of phyllostomid bats (N = 83 fecal samples), as fruits, nectar, arthropod remains and clay. While vespertilionid bats (N = 4 fecal samples) were fed on unidentified insects and moths. However, it is proposed that the presence of spontaneous pioneer plants in the studied areas has attracted the chiropterofauna for providing food resources all year round. Although SAF may provide food resources free of pesticides to common bat species, forest fragments can ensure the persistence of rare or uncommon bat species.

KEYWORDS: Bats; Diet; Native Area; AFS.

1 | INTRODUÇÃO

Os morcegos são amplamente distribuídos e ocorrem em quase todo o globo terrestre (UIEDA e BREDT, 2016). No Brasil, há o registro de nove famílias, 68 gêneros e 178 espécies de morcegos (NOGUEIRA et al., 2014), das quais 79 já foram registradas para o estado de São Paulo (GARBINO, 2016). Em função dessa riqueza de espécies, os morcegos possuem os mais diversos hábitos alimentares podendo ser, carnívoros, frugívoros, insetívoros, piscívoros, polinívoros, nectarívoros, onívoros e hematófagos (REIS et al., 2007), e contribuem para a prestação de diversos serviços ambientais como o controle de pragas agrícolas e vetores de doenças (CLEVELAND et al., 2006), a dispersão de sementes de aproximadamente 542 espécies de plantas (BREDT et al., 2012) e a polinização mais de 500 espécies de angiospermas (FENTON e SIMMONS, 2014).

Todavia, a fragmentação de áreas naturais, resultante do desmatamento e das expansões agrícola e urbana (GALETTI et al., 2006), pode afetar pequenos animais como os morcegos (ANDRESEN, 2003), ameaçar interações coevolutivas entre espécies e comprometer milhares de anos de coexistência (GALETTI et al., 2006). Situação esta, agravada no estado de São Paulo devido ao desenvolvimento e crescimento econômicos que contribuíram para a elevada fragmentação (LYRA-JORGE et al., 2008) da Floresta Estacional Semidecidual, uma das coberturas vegetais mais devastadas em território paulista por possuir os solos mais férteis do Estado e relevo favorável para a agricultura (DURIGAN et al., 2000), e consequentemente

resultou no aumento da pressão sobre a fauna nativa (LYRA-JORGE et al., 2008).

Entretanto, tais adversidades podem ser minimizadas com a implantação dos Sistemas Agroflorestais (SAF's), cultivos constituídos de espécies agrícolas e nativas (PIÑEDA et al., 2005), que contribuem para a conexão de fragmentos florestais remanescentes (GOULART, 2007) e podem fornecer algum tipo de recurso, abrigo e/ou alimento para os morcegos. É necessário ressaltar que os SAF's não substituem áreas naturais, por essas apresentarem interações mais complexas (HARVEY e VILLALOBOS, 2007) e fornecerem condições ideais para esses animais.

Nesta linha de reflexão, torna-se imprescindível para conservação de morcegos compreender como as diversas espécies utilizam áreas modificadas pela ação humana. Isto posto, o presente estudo objetivou analisar quais itens alimentares compõem a dieta dos morcegos em uma área de Floresta Estacional Semidecidual (Área Nativa) e uma área de SAF próximas, assim como identificar as sementes dispersadas pelos indivíduos capturados nas áreas estudadas.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade Aquática Continental (CEPTA), instituição pertencente ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), localiza-se no município de Pirassununga, estado de São Paulo, latitude 21° 56' e longitude 47° 22'. Apresenta como área total cerca de 260ha, onde 130ha correspondem a fragmentos remanescentes de vegetação nativa que variam entre Cerrado, Floresta Estacional Semidecidual e Vegetação Ciliar. E tem como áreas confrontantes a Rodovia Prefeito Euberto Nemésio Pereira Godói a Leste, o Rio Mogi Guaçu ao Norte e matrizes de cana-de-açúcar nas porções Sul e Oeste.

A região de Pirassununga encontra-se a uma altitude mínima de 555m em relação ao nível do mar, sob domínio do clima Cwa de Köppen, com clima mesotérmico de inverno seco e temperaturas inferiores a 18°C; e verão chuvoso com temperaturas superiores a 22°C, com média anual de precipitação e de 1.416mm (ROSSI et al., 2005).

Área Nativa – Fragmento de Floresta Estacional Semidecidual

O fragmento de Floresta Estacional Semidecidual (Figura 1) existente no CEPTA/ICMBio – Pirassununga (SP), designado neste trabalho como Área Nativa, apresenta aproximadamente 40ha e possui localização adjacente à Área do SAF.

Esta fitofisionomia, que outrora cobrira a maior parte do interior do estado de

São Paulo, apresenta duas estacionalidades climáticas, ora com chuvas intensas de verão, ora com secas provocadas pelo tempo frio (VELOSO et al., 1991).

Embora não haja um estudo preliminar sobre as espécies vegetais que ocorrem no fragmento, foi possível observar no entorno e nas bordas da Área Nativa a ocorrência de espécies vegetais pioneiras pertencentes às famílias Solanaceae, Piperaceae e Urticaceae, tal como espécies secundárias iniciais pertencentes às famílias Moraceae (*Ficus* sp.) e Siparunaceae (*Siparuna* sp.). Notou-se também o domínio de lianas, que recobrem árvores adultas em determinados pontos das trilhas e bordas.

Área do sistema agroflorestal

A área do SAF (Figura 1) adjacente à Área Nativa, possui aproximadamente 1ha e foi implantada de modo empírico pelos funcionários do CEPTA no ano de 2009. Formado por cultivos agrícolas anuais dispostos em faixas de plantio de milho e mandioca, alternadas em fileiras com plantas frutíferas como bananeiras (*Musa* sp.), mamoeiros (*Carica papaya*), mangueiras (*Mangifera indica*), abacateiros (*Persea* sp.), limoeiros (*Citrus* sp.) e laranjeiras (*Citrus* sp.), e de arbóreas nativas como palmito-juçara (*Euterpe edulis*), uvaia (*Eugenia pyriformis*), ipê-amarelo (*Tabebuia alba*), macaúva (*Acrocomia aculeata*) e ingá-de-metro (*Inga edulis*). E por plantas pioneiras espontâneas como solanáceas (*Solanum* sp.), piperáceas (*Piper* sp.), e o fedegoso-gigante (*Senna alata*). Registrou-se também a presença da liana *Pyrostegia venusta* (cipó-de-são-joão).

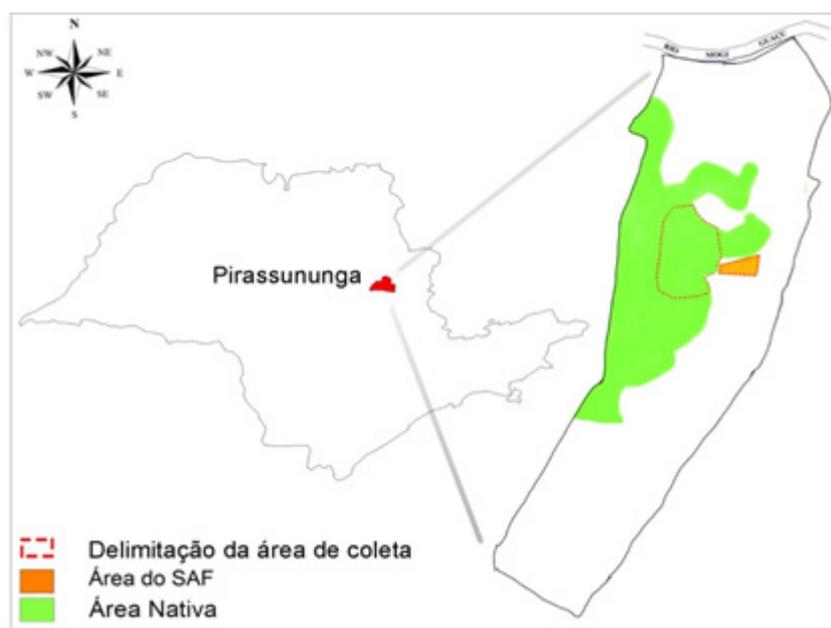


Figura 1. Delimitação das áreas de coleta: SAF e Nativa, no CEPTA/ICMBio, localizado no município de Pirassununga (SP).

3 | METODOLOGIA

As capturas dos morcegos foram realizadas com cinco redes de neblina de 6 metros de comprimento por 3 metros de altura, totalizando 90m² de área total em 48 noites amostradas, o que equivale a 17.280 m².h, sendo 8.640 m².h (STRAUBE e BIANCONI, 2002) em cada local. As redes foram armadas a cerca de 0,5m acima do solo em locais propícios para o deslocamento de morcegos, como trilhas e corredores já existentes e foram vistoriadas em intervalos de 15 minutos com a finalidade de evitar danos às redes e menor estresse aos animais. Os indivíduos capturados foram manuseados com luvas de raspa de couro para evitar mordidas e removidos cuidadosamente da rede de neblina, visando não ferir os animais.

A identificação dos morcegos, deu-se por meio do uso de chaves e guias de identificação de Miranda et al. (2011) e Reis et al. (2013). Para auxiliar na identificação da espécie, a medida do antebraço direito dos exemplares capturados, caráter morfológico importante, foi feita com o auxílio de paquímetro de precisão de 0,05mm.

Os morcegos foram mantidos dentro de saco de algodão individual por tempo suficiente para obtenção de amostras fecais, com o intuito de analisar a dieta desses animais em Área Nativa e de SAF, bem como, a dispersão de sementes promovida por eles.

Após as coletas das informações, os indivíduos foram liberados no local de captura.

As análises das amostras fecais deram-se através de um microscópio estereoscópio, com aumento de 20x. Os itens alimentares foram identificados ao menor nível taxonômico possível.

Este estudo obteve a autorização nº 49063-1, emitida em 08 de junho de 2015, pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO) do Instituto Chico Mendes (ICMBio).

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período de estudo foram obtidas 87 amostras fecais pertencentes a 10 espécies de morcegos (50% do total de 20 espécies de morcegos coletadas). Na Área Nativa, foram coletadas 38 amostras fecais (44%) provenientes de quatro espécies de morcegos da família Phyllostomidae (*Glossophaga soricina*, *Carollia perspicillata*, *Artibeus lituratus* e *Sturnira lilium*, N = 35) e duas espécies da família Vespertilionidae (*Eptesicus diminutus* e *Histiotus velatus*, N = 3); ao passo que das 49 amostras fecais coletadas no SAF, 48 pertenciam a seis espécies da família Phyllostomidae (*Phyllostomus discolor*, *Phyllostomus hastatus*, *Carollia perspicillata*, *Artibeus lituratus*, *Platyrrhinus lineatus* e *Sturnira lilium*) e uma amostra pertencia à

única espécie, *Lasiurus ega*, da família Vespertilionidae capturada no SAF.

Em relação aos itens alimentares encontrados (Tabela 1), obteve-se 83 amostras fecais de sete espécies pertencentes à família *Phyllostomidae*, cujas análises resultaram na detecção de 16 itens alimentares, incluindo amostras de polpa não identificadas e restos de artrópodes (insetos de diferentes ordens e aranha).

Sugere-se que o predomínio de amostras fecais de espécies pertencentes à família *Phyllostomidae* neste estudo, possa estar relacionado ao fato de esta ser a maior família brasileira (PERACCHI et al., 2006) e paulista (REIS et al., 2013), do método de amostragem com redes de neblina a 0,5m do chão favorecer a captura de espécies frugívoras que forrageiam na altura do sub-bosque (PEDRO e TADDEI, 1997) e devido ao fato de tais espécies de morcegos por se orientarem mais pelo olfato para encontrarem os frutos, do que pela ecolocalização (THIES e KALKO, 1998), acabam por não detectar as redes. O mesmo não ocorre com os morcegos insetívoros pertencentes às famílias *Molossidae* e *Vespertilionidae*, que por manterem o sistema de ecolocalização ativo para capturar insetos em pleno vôo, diminuem as probabilidades de captura (REIS et al., 2006).

Itens Alimentares	Número de Amostras Fecais por espécie de morcego x local (Área Nativa ou SAF) de captura																			
	<i>G. s.</i>		<i>P. d.</i>		<i>P. h.</i>		<i>C. p.</i>		<i>A. l.</i>		<i>P. l.</i>		<i>S. l.</i>		<i>E. d.</i>		<i>H. v.</i>		<i>L. e.</i>	
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N
<i>Cecropia pachystachya</i>					1										1					
<i>Cecropia hololeuca</i>								2												
<i>Ficus</i> sp. 1									1											
<i>Ficus</i> sp. 2									2	1	1			1	1					
<i>Muntingia calabura</i>			2																	
<i>Piper</i> sp. 1							2	2												
<i>Piper</i> sp. 2							2	1												
<i>Piper umbellatum</i>								3												
Pólen <i>Mabea</i> sp.			1												1					
Polpa não Identificada		1	1				4	5						10	2					
<i>Siparuna</i> sp.							1	1												
<i>Solanum</i> sp. 1							1	1						5	2					
<i>Solanum</i> sp. 2														8	5					
Classe Arachnida							1													
Classe Insecta				2				1			1						1			
Classe Insecta: ordem Coleoptera				2				1	1											
Classe Insecta: ordem Dermaptera								1												
Classe Insecta: ordem Lepidoptera																			2	1
Barro com quartzo															1					

Tabela 1. Relação entre o número de amostras fecais coletadas por espécie de morcego e o local de captura, Área Nativa ou SAF, sendo as espécies de morcegos representadas pelas siglas: *G. s.* = *Glossophaga soricina*, *P. d.* = *Phyllostomus discolor*, *P. h.* = *Phyllostomus hastatus*, *C. p.* = *Carollia perspicillata*, *A. l.* = *Artibeus lituratus*, *P. l.* = *Platyrrhinus lineatus*, *S. l.*

= *Sturnira lilium*, *E. d.* = *Eptesicus diminutus*, *H. v.* = *Histiotus velatus* e *L. e.* = *Lasiurus ega*, e as áreas de estudo representadas pelas siglas S = SAF e N = Nativa.

Não houve amostras fecais para 10 espécies das 20 capturadas neste estudo, são elas: *Desmodus rotundus*, *Anoura caudifer*, *Chrotopterus auritus*, *Micronycteris megalotis*, *Artibeus planirostris* e *Vampyressa pussila*, representantes da família Phyllostomidae; *Myotis albescens*, *Myotis nigricans* e *Myotis riparius*, representantes da família Vespertilionidae; e o único representante da família Molossidae, *Molossops temminckii*.

Amostras fecais por espécies, hábitos alimentares e local de coleta

Algumas plantas desenvolveram mecanismos para atrair morcegos e assegurar que o pólen seja transferido de uma flor para outra (ALTRINGHAM, 2011). Uma vez que, estes animais transportam por maiores distâncias uma quantidade maior de grãos de pólen em seus corpos do que insetos ou aves, e garantem às plantas uma quantidade suficiente de pólen para fertilizar todos os óvulos da flor (FLEMING et al., 2009). Papel de polinizador realizado de modo eficiente pela espécie *G. soricina* (OLIVEIRA-TEIXEIRA, 2017), que neste estudo consumiu o néctar de *Mabea* sp., dado que corrobora com o apanhado bibliográfico realizado por Bredt et al. (2012), no qual afirmam que esta espécie de morcego se alimenta do néctar de flores das popularmente conhecidas mamoinhas-do-mato (*Mabea* sp.).

G. soricina também consumiu frutos da planta exótica *Muntingia calabura*, conforme igualmente identificado por Bredt et al. (2012) e Reis et al. (2013). Provavelmente devido ao fato de esta espécie de planta nativa da América Central, atrair espécies frugívoras por produzir em grande quantidade e ao longo do ano, frutos doces e macios quando maduros (FIGUEIREDO et al. 2008). Fatores estes, que podem ter influenciado na ingestão dos frutos pela espécie *G. soricina* no presente estudo. Sendo possível considerar então, a espécie exótica *M. calabura* como fonte alimentar disponível em épocas de estiagem (agosto) e chuvosa (dezembro). Entretanto, não foi possível localizar espécimes desta planta no local de estudo.

Para *P. discolor*, detectou-se restos de insetos e coleópteros nas amostras fecais, como também constatado por Kwiecinski (2006), Aguiar e Marinho-Filho (2007) e Reis et al. (2013) em outros estudos. Esta espécie de morcego, que neste estudo ocorreu exclusivamente no SAF, também foi constatada por Harvey e Villalobos (2007) em SAF's de banana e cacau, na Costa Rica, cuja presença nesses sistemas pode ser favorecida pela abundância de insetos no local (BARRAGÁN et al., 2010). Contudo, tal espécie pode se alimentar também de frutos, pólen e/ou néctar (MARES et al., 1981).

O único espécime de *P. hastatus* capturado no SAF, consumiu frutos de

Cecropia pachystachya, planta pioneira (SILVEIRA et al., 2010) pertencente à família Urticaceae. Item alimentar também detectado para esta espécie de morcego em estudos realizados por Bredt et al. (2012).

Confirmou-se em ambas as áreas estudadas a especialização alimentar da espécie de morcego *C. perspicillata* com as infrutescências do gênero *Piper* (PASSOS et al., 2003; BREDT et al., 2012; REIS et al., 2013; UIEDA e BREDT, 2016). Provavelmente em decorrência da forte interação coevolutiva, que resultou no desenvolvimento de um olfato apurado para que esta espécie de morcego localize principalmente frutos maduros das plantas pioneiras popularmente conhecidas como pimentas-de-macaco ou jaborandis (MELLO, 2002; ROOTS, 2006; UIEDA e BREDT, 2016). Contudo, sabe-se que quando não há abundância do recurso alimentar preferido, alguns morcegos consomem outros tipos de frutos (CARVALHO, 2008), como ocorreu com *C. perspicillata* neste estudo, que complementou sua dieta ingerindo frutos pertencentes aos gêneros *Solanum* sp. (também encontrado por MELLO, 2002; CARVALHO, 2008), *Cecropia* sp. (também registrado por MELLO, 2002; BREDT et al., 2012) e *Siparuna* sp., bem como artrópodes: insetos (também relatado por MELLO, 2002; REIS et al., 2013) e aranha, principalmente durante a estação seca, devido às poucas espécies do gênero *Piper* frutificarem nesta época do ano (MELLO, 2002). Acontecimento este que possivelmente contribui para que esta espécie de morcego busque outros recursos alimentares (MELLO, 2002; CARVALHO, 2008) e, conseqüentemente a configura, por apresentar o maior número de itens alimentares detectados em suas fezes, como a espécie mais generalista capturada neste estudo.

Para *A. lituratus* detectou-se a tendência a uma dieta especializada na família Moraceae (indicado também por PASSOS et al., 2003; CARVALHO, 2008), já que todas as amostras coletadas no presente estudo continham sementes de *Ficus* sp., também detectadas nas amostras fecais de *P. lineatus*. De acordo com Uieda e Bredt (2016) os morcegos do gênero *Artibeus* e *Platyrrhinus* são os principais dispersores de sementes de *Ficus*, que por engolirem tais sementes sem danificá-las e as defecarem durante o vôo cerca de 20 ou 30 minutos após ingeri-las, ocasionam a chamada chuva de sementes em fragmentos florestais, áreas degradadas e/ou abandonadas pelos seres humanos (UIEDA e BREDT, 2016). Todavia, a espécie *P. lineatus* complementou sua dieta com insetos (dado registrado também no estudo de REIS et al., 2013).

O presente estudo também confirmou a preferência da espécie de morcego *S. liliium*, em ambas as áreas estudadas, por frutos da família Solanaceae (ambas 54%). Contudo, os itens alimentares apresentaram-se mais diversos na Área Nativa por conterem sementes de frutos das famílias Urticaceae e Moraceae, vestígios de pólen de *Mabea* sp. (itens também registrados por BREDT et al., 2012), e

barro com fragmentos do mineral quartzo em sua composição. Segundo Starks e Slabach (2012) a geofagia, ato de consumir terra, já foi observada para de mais de 200 espécies de animais, incluindo os morcegos, que provavelmente ingerem terra quando a dieta não provém a quantidade suficiente de minerais utilizados nos processos biológicos como, cálcio, sódio e ferro e em casos de necessidade extra de energia. Entretanto, os motivos que causam a geofagia são discutíveis e variam entre desintoxicar, citoprotoger, prevenir a indigestão e parasitas, e dependem do local e das necessidades reprodutivas e nutricionais da espécie de morcego estudada (VOIGT et al., 2011). No SAF, as amostras coletadas para *S. liliium* registraram apenas sementes de Solanaceae e Moraceae, além de polpas não identificadas.

O consumo de insetos por *C. perspicillata* e de néctar/polén por *S. liliium* durante período seco, de baixa disponibilidade de frutos, condiz com o estudo realizado por Pedro e Taddei (1997) no Estado de Minas Gerais.

Faria (2006) comenta que por consumirem espécies de plantas pioneiras, os gêneros *Carollia* e *Artibeus* podem se beneficiar com determinados graus de perturbação ambiental. De modo mais específico, espécies como *S. liliium* e *C. perspicillata* são capazes de se adaptar a ambientes rurais (BREDT et al., 2012) e podem ser consideradas como as principais responsáveis pela recuperação de áreas degradadas por dispersarem sementes de plantas pioneiras dos estágios de sucessão ecológica (UIEDA e BREDT, 2016).

Sobre a análise das amostras fecais dos espécimes representantes da família Vespertilionidae, sugere-se a insetivoria para as três espécies, *E. diminutus*, *H. velatus* e *L. ega*. Observou-se também a preferência alimentar da espécie *H. velatus* pela Ordem Lepidoptera (também observado por REIS et al., 2013), ordem essa também consumida pela espécie *L. ega* (registrado também por VARELA et al., 2004). Desta forma, os morcegos insetívoros prestam um importante serviço ambiental por se alimentarem de insetos, que juntamente com os ácaros comprometem 18% a 26% da produção mundial de grãos, totalizando um prejuízo anual de aproximadamente 470 bilhões de dólares (RICCUCCI e LANZA, 2014). Apesar disso, o uso indiscriminado de agrotóxicos para controlar pragas agrícolas (RELCOM, 2010) afeta morcegos insetívoros e frugívoros, que ingerem insetos e/ou frutos contaminados, ou são diretamente expostos a tais substâncias nocivas quando estas são aplicadas, resultando no declínio ou extinção de populações locais de morcegos (BURNEO et al., 2015). O que pode ressaltar a contribuição dos SAF's para a persistência de diversas espécies de morcegos por, ao contrário dos sistemas de monocultivo e conforme USDA National Agroforestry Center (2007), se fundamentar na redução ou não aplicação de agrotóxicos.

Apesar de não haver amostra fecal para a espécie *D. rotundus*, vale ressaltar que os cinco espécimes de morcegos hematófagos registrados exclusivamente em

Área Nativa neste estudo, pertenciam à espécie comum de morcego-vampiro, a qual se alimenta exclusivamente de sangue. Hábito alimentar desenvolvido a partir de características evolutivas que permitem a digestão do sangue de mamíferos devido à adaptação de uma proteína anticoagulante específica (draculina), à associação de enterobactérias ao intestino, e ao desenvolvimento de um estômago alongado, do sensor de calor, de braços robustos e polegares alongados para caminhar (BERNARD, 2005). Embora contenham lagoas e populações de capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*, Linnaeus, 1766) na Área Nativa, potencial fonte de alimento para esta espécie de morcego (HEFFNER; KOAY; HEFFNER, 2014) e a possível presença de alguns bovinos e equinos nas propriedades próximas (BIANCONI; MIKICH & PEDRO, 2004) não foi possível confirmar, no presente estudo, a relação entre a ocorrência desta espécie de morcego no fragmento florestal, à presença das capivaras ou de qualquer animal doméstico.

Sazonalidade na dieta dos morcegos capturados em Área Nativa e de SAF

Apesar da tendência de Florestas Estacionais apresentarem uma época de escassez de frutos mais intensa do que outros tipos de florestas (FONSECA, 2005), tanto a Área Nativa quanto o SAF apresentaram no inverno, seu maior número de espécimes de morcegos capturados, para o mesmo período observou-se um maior número de espécies para o SAF, enquanto a Área Nativa apresentou seu maior número de espécies durante a primavera (n = 10) e o verão (n = 9), períodos que para Sekiama (2003) provém maior oferta de recursos às espécies de morcegos. Entretanto, a disponibilidade de frutos pertencentes ao gênero *Solanum* durante praticamente o ano todo na região, pode ter influenciado na abundância da espécie *S. liliium*, principalmente no SAF do presente estudo, uma vez que este foi o recurso mais consumido por esta espécie de morcego nas áreas estudadas. Frutos deste gênero também foram consumidos em menor escala pela espécie *C. perspicillata* no período seco.

A abundância de algumas espécies mais comuns de morcegos no SAF pode estar relacionada à adaptabilidade dessas espécies a ambientes antropizados (WILLIG et al., 2007) e à presença das já citadas plantas pioneiras espontâneas. Vale ressaltar que o mesmo não ocorre com espécies mais sensíveis (WILLIG et al., 2007) como *C. auritus*, *M. megalotis* e *V. pussila*, capturadas neste estudo somente na Área Nativa.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Deste modo, propõe-se que a presença de espécies de plantas pioneiras

espontâneas como solanáceas e algumas piperáceas, nas bordas da Área Nativa e no interior do SAF, tenha atraído a quiropterofauna por prover recursos alimentares ao longo do ano. E apesar do SAF possivelmente prover recursos alimentares livres de agrotóxicos para espécies consideradas mais comuns de morcegos como *S. liliium*, *C. perspicillata* e *A. caudifer*, responsáveis pela dispersão de sementes, cicatrização de áreas degradadas, polinização de plantas e manutenção de fragmentos florestais, como o de Floresta Estacional Semidecidual. Áreas que naturalmente possuem maior diversidade vegetal e estrutural do que os SAF's e garantem a persistência de espécies de morcegos consideradas raras ou pouco comuns.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, L. M. S.; MARINHO-FILHO, J. **Bat frugivory in a remnant of Southeastern Brazilian Atlantic Forest**. *Acta Chiropterologica*, v. 9, p. 251-260, 2007.
- ALTRINGHAM, J. D. **Bats: from evolution to conservation**. 2 ed. New York: Oxford University Press Inc., 2011. 332p.
- ANDRESEN, E. **Effect of forest fragmentation on dung beetle communities and functional consequences for plant regeneration**. *Ecography*, n. 26, p. 87-97, 2003.
- BARRAGÁN, F.; LORENZO, C.; MORÓN, A.; BRIONES-SALAS, M. A.; LÓPEZ, S. **Bat and rodent diversity in a fragmented landscape on the Isthmus of Tehuantepec, Oaxaca, Mexico**. *Tropical Conservation Science*, v. 3, n. 1, p. 1-16, 2010.
- BREDT, A.; UIEDA, W. & PEDRO, W. A. **Plantas e morcegos: na recuperação de áreas degradadas e na paisagem urbana**. Brasília: Rede de Sementes do Cerrado, 273 p., 2012.
- BURNEO, S. F. et al. (Eds.). **Plan de acción para la conservación de los murciélagos del Ecuador**. Quito-Ecuador: PubliAsesores Cía Ltda, 2015, 181 p.
- CARVALHO, M. C. **Frugivoria por morcegos em floresta estacional semidecídua: dieta, riqueza de espécies e germinação de sementes após passagem pelo sistema digestivo**. 2008. 89p. Dissertação (Mestrado em Morfologia e Diversidade Vegetal) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu - SP, 2008.
- CLEVELAND, C. J.; BETKE, M.; FEDERICO, P.; FRANK, J. D.; HALLAM, T. G.; HORN, J.; LÓPEZ J. D. JR; MCCRACKEN, G. F.; MEDELLÍN, R. A.; MORENO-VALDEZ, A.; SANSONE, C. G.; WESTBROOK, J. K.; KUNZ, T.H. **Economic value of the pest control service provided by Brazilian free-tailed bats in south-central Texas**. *Frontiers in Ecology and the Environment*, v. 4, p. 238–243, 2006.
- DURIGAN, G.; FRANCO, G. A. D. C.; SAITO, M.; BAITELLO, J. B. **Estrutura e diversidade do componente arbóreo da floresta na Estação Ecológica dos Caetetus, Gália, SP**. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 23, n. 4, p. 371-383, 2000.
- FARIA, D. **Phyllostomid bats of a fragmented landscape in the North-Eastern Atlantic Forest, Brazil**. *Journal of Tropical Ecology*, v. 22, n. 5, p. 531-542, 2006.
- FENTON, B. & SIMMONS, N. B. **A world of science and mystery**. Chicago: The University of Chicago Press, 2014, 303p.

- FIGUEIREDO, R. A.; OLIVEIRA, A. A.; ZACHARIAS, M. A.; BARBOSA, S. M.; PEREIRA, F. F.; CAZELA, G. N.; VIANA, J. P.; CAMARGO, R. A. **Reproductive ecology of the exotic tree *Muntingia calabura* L. (Muntingiaceae) in Southeastern Brazil.** Revista *Árvore*, Viçosa-MG, v. 32, n. 6, p. 993-999, 2008.
- FLEMING, T. H.; GEISELMAN, C. & KRESS, W. J. **The evolution of bat pollination: a phylogenetic perspective.** Annals of Botany, n. 104, p. 1017-1043, 2009.
- FONSECA, R. C. B. **Espécies-chave em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual.** 2005. Tese (Doutorado em Ecologia) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- GALETTI, M.; SILVA, W.; LEWINSOHN, T.; METZGER, J. P. Olhar amplo sobre a biodiversidade. In: FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Elos enfraquecidos entre animais e plantas.** São Paulo: Litokromia, 2006, p. 22-23.
- GARBINO, G. S. T. **Research on bats (Chiroptera) from the state of São Paulo, Southeastern Brazil: annotated species list and bibliographic review.** Arquivos de Zoologia, v. 47, n. 3, pp. 43-128, 2016.
- GOULART, F. F. **Aves em quintais agroflorestais do Pontal do Paranapanema, São Paulo: epistemologia, estrutura de comunidade e frugivoria.** 2008. Dissertação (Mestrado em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.
- HARVEY, C.; VILLALOBOS, J. A. G. **Agroforestry systems conserve species-rich but modified assemblages of tropical birds and bats.** Biodivers. Conserv., v. 16, p. 2257–2292, 2007.
- KWIECINSKI, G. G. ***Phyllostomus discolor*.** Mammalian Species, n. 801, p. 1–11, 2006.
- LYRA-JORGE, M. C.; CIOCHETI, G.; PIVELLO, V. R. **Carnivore mammals in a fragmented landscape in northeast of São Paulo State, Brazil.** Biodiversity & Conservation, n. 17, p. 1573-1580, 2008.
- MARES, M. A.; WILLIG M. R.; STREILEIN K. E.; LACHER T. E. **Mammals of northeastern brazil: a preliminary assessment.** Annals of the Carnegie Museum, v. 50, p. 81-137, 1981.
- MELLO, M. A. R. **Morcegos gostam de pimentas.** Ciência Hoje, v.32, n.189, p. 74-76, 2002.
- MIRANDA, J. M. D. et al. **Chave ilustrada para a determinação dos morcegos da região sul do Brasil.** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 55p., 2011.
- NOGUEIRA, M. R.; LIMA, I. P.; MORATELLI, R.; TAVARES, V. C.; GREGORIN, R.; PERACCHI, A. L. **Checklist of Brazilian bats, with comments on original records.** Check List, v. 10, n. 4, p. 808-821, 2014.
- OLIVEIRA-TEIXEIRA, T. P. **Biologia reprodutiva do maracujá BRS pérola do cerrado: um estudo de caso com *Passiflora setacea* DC. Passifloraceae.** 2017. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal), Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Goiás, 2017.
- PASSOS, F. C.; SILVA, W. R.; PEDRO, W. A.; BONIN, M. R. **Frugivoria em morcegos (Mammalia, Chiroptera) no Parque Estadual Intervalos, sudeste do Brasil.** Revista Brasileira de Zoologia, v. 20, n. 3, p. 511–517, 2003.
- PEDRO, W. A.; TADDEI, V. A. **Taxonomic assemblage of bats from Panga Reserve, southeastern Brazil: abundance patterns and trophic relations in the Phyllostomidae (Chiroptera).** Boletim do Museu de Biologia, n. 6, p. 3-21, 1997.

PERACCHI, A. L.; LIMA, I. P., REIS, N. R.; NOGUEIRA, M. R.; ORTÊNCIO FILHO, H. Ordem Chiroptera. In: REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; PEDRO, W. A.; LIMA, I.P (Eds). **Mamíferos do Brasil**. Londrina: SEMA, p.153-230, 2006.

PIÑEDA, E.; MORENO, C.; ESCOBAR, F.; HALLFTER, G. **Frog, bat and dung beetle diversity in the cloud forest and coffee agroecosystems of Vera Cruz, México**. Conservation Biology, v. 19, n. 6, p. 2058-2075, 2005.

REIS, N. R.; PERACCHI, A.L.; LIMA, I.P.; NOGUEIRA, M.R.; HORTÊNCIO, H. F. Ordem Chiroptera. In: REIS, N.R.; PERACCHI, A.L.; PEDRO W.A. & LIMA, I. P. (Orgs.). **Mamíferos do Brasil**. 1 ed. Londrina: UEL, p.153-230, 2006.

REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; LIMA, I. P.; PEDRO, W. A. (Eds). **Morcegos do Brasil**. Londrina: Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da Universidade Estadual de Londrina, 253 p., 2007.

REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; SHIBATTA, O. A.; FREGONEZI, M. N. **Morcegos do Brasil: Guia de campo**. Rio de Janeiro: Technical Books, 252 p., 2013.

RELCOM – RED LATINOAMERICANA Y DEL CARIBE PARA LA CONSERVACIÓN DE LOS MURCIÉLAGOS. **Estrategia para la conservación de los murciélagos de Latinoamérica y el Caribe**. 2010. Disponível em: www.relcomlatinoamerica.net/images/PDFs/Estrategia.pdf. Acesso em: 29 mar. 2018.

RICCUCCI, M.; LANZA, B. **Bats and insect pest control: a review**. Vespertilio, v. 17, pp. 161-169, 2014.

ROOTS, C. **Nocturnal animals: Greenwood Guides to the Animal World**. Westport: Greenwood Press, 2006. p. 117.

ROSSI, M. et al. **Relação solo/vegetação em área natural no Parque Estadual de Porto Ferreira, São Paulo**. Revista Instituto Florestal, v. 17, n. 1, p. 45-61, 2005.

SEKIAMA, M.L. **Um estudo sobre quirópteros abordando ocorrência e capturas, aspectos reprodutivos, dieta e dispersão de sementes no Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil (Chiroptera; Mammalia)**. 2003. 108p. Tese (Doutorado em Zoologia), Universidade Federal do Paraná. Curitiba.

SILVEIRA, L. F.; BEISIEGEL, B. M.; CURCIO, F.; VALDUJO, P. H.; DIXO, M.; VERDADE, L.M.; MATTOX, G. M. T.; CUNNINGHAM, P. T. M. **Para que servem os inventários de fauna? Estudos Avançados**, v. 24, n. 68, p. 173-207, 2010.

STARKS, P. T. B.; SLABACH, B. L. **The scoop on eating dirt: new findings suggest that ingesting soil is adaptive, not necessarily pathological**. Scientific American, p. 30-31, 2012.

STRAUBE, F.C.; BIANCONI, G. V. **Sobre a grandeza e a unidade utilizada para estimar esforço de captura com utilização de redes-de-neblina**. Chiroptera Neotropical, v. 8, n. 1-2, pp. 150-152, 2012.

THIES, W.; KALKO, E. K. V. **The roles of echolocation and olfaction in two neotropical fruit-eating bats, *Carollia perspicillata* and *C. castanea*, feeding on *Piper***. Behav. Ecol. Sociobiol., v.42, pp. 397-409, 1998.

UIEDA, W. & BREDT, A. **Morcegos: agentes negligenciados da sustentabilidade**. Sustentabilidade em Debate, v. 7, n. 1, p. 186-209, 2016.

USDA NATIONAL AGROFORESTRY CENTER. **Pesticide considerations for native bees in**

agroforestry. Agroforestry Notes, n. 35, p. 1-4, 2007.

VELOSO, P. H.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. **A Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE/ Departamento de recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991, 124p.

VOIGT, C. C.; CAPPS, K. A.; DECHMANN, D. K. N; MICHENER, R. H.; KUNZ, T. H. **Nutrition or detoxification: why bats visit mineral licks of the Amazonian Rainforest**. Plos One, v. 3, n. 4, p. 1-4, 2011.

WILLIG, M. R.; PRESLEY S. J.; BLOCH C. P.; HICE C. L.; YANOVIK S. P.; DÍAZ, M. M.; CHAUCA, L. A.; PACHECO, V.; WEAVER, S. C. **Phyllostomid bats of lowland Amazonia: effects of habitat alteration on abundance**. Biotropica, v. 39, n. 6, p. 737-746, 2007.

FATORES DE RISCO ASSOCIADOS A ALTERAÇÕES MUSCULOESQUELÉTICAS EM CHARUTEIRAS DE MUNICÍPIOS DO RECÔNCAVO DA BAHIA

Data de aceite: 21/11/2019

Márcio Frâncis Pires Gonçalves

Docente da Faculdade Maria Milza, Governador Mangabeira, Bahia

Larissa Rolim Borges Paluch

Docente da Faculdade Maria Milza, Governador Mangabeira, Bahia

RESUMO: O objetivo comparar o sintoma de dor musculoesquelética entre trabalhadoras charuteiras que realizam Ginástica Laboral com aquelas que não realizam essa atividade. O estudo trata-se uma pesquisa descritiva quantitativa transversal, tendo como população alvo mulheres charuteiras com vínculo empregatício em fábricas sediadas nos municípios de Cachoeira, São Félix e São Gonçalo dos Campos. A coleta de dados foi realizada mediante aplicação de um Questionário Clínico Epidemiológico com questões relacionadas à situação sociodemográfica, econômica, ergonômica e de atividade física, assim como aplicação do Questionário Nórdico de Sintomas Osteomusculares (QNSO) para identificação topográfica da dor. A intensidade dolorosa foi determinada pela Escala Visual Analógica (EVA). Para a comparação dos grupos foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis e a correlação de Spearman foi utilizada para

verificar a associação entre as variáveis ao nível de significância $p < 0,05$. Para avaliar os dados obtidos no QNSO foram realizadas análises estatísticas e análise de correlação entre variáveis (Pearson). Os resultados deste estudo revelaram que a empresa onde as charuteiras faziam a GL, não existiu diferença estatisticamente significativa na dor das charuteiras das empresas que não faziam a GL ($p = 0,37$). Aos demais objetivos, foi evidenciado que quando agrupada as 3 fábricas, tiveram as seguintes correlações: dor e idade foi moderada e forte; dor e tempo de charuteira evidenciou se forte e positiva; dor tempo de empresa correlação moderada e positiva.

PALAVRAS-CHAVE: Indústria Fumageira. Saúde do trabalhador. LER/DORT.

RISK FACTORS ASSOCIATED WITH MUSCULOSKELETAL PAIN AMONG FEMALE CIGAR FACTORY WORKERS IN RECONCAVO BAIANO MUNICIPALITIES

ABSTRACT: The present study aims to compare the symptom of musculoskeletal pain among female cigar factory workers who perform Labor Gymnastics (LG) with those who do not perform this activity. The study is a cross-sectional quantitative descriptive research, having as target population female cigar factory workers employed in factories headquartered in the

municipalities of Cachoeira, São Félix and São Gonçalo dos Campos. Data collection was carried out by applying an Epidemiological Clinical Questionnaire with questions related to socio- demographic, economic, ergonomic situation and physical activity, as well as applying the Nordic Musculoskeletal Symptom Questionnaire (NMSQ) for pain topographic identification. The pain intensity was determined by the Visual Analogue Scale (VAS). The Kruskal-Wallis test was used for comparing the groups and the Spearman correlation was used for verifying the association between the variables at the significance level $p < 0,05$. In order to evaluate the data obtained in the NMSQ, statistical analyses and correlation analysis between variables (Pearson) were performed. The results of this study revealed that the company where female cigar factory workers did LG showed no statistically significant difference in the pain of those from companies that did not do LG ($p = 0.37$). To the other objectives, it was evidenced that when grouped the 3 factories, they had the following correlations: pain and age was moderate and strong; pain and time as cigar factory worker showed strong and positive; company time pain showed moderate and positive correlation.

KEYWORDS: Cigar Factory. Worker`s health. RSI/ WMSDs.

INTRODUÇÃO

Segundo Brandão (2012) a cultura do fumo é uma atividade extremamente antiga, sendo usada em ritos religiosos pelos indígenas. No final do século XIX, com a entronização da industrialização transformou-se um produto de grande valia na economia dos países que exploraram o tabaco.

O estado da Bahia é o terceiro maior produtor de fumo do Brasil e está na vanguarda em relação à produção da folha de tabaco para a fabricação do charuto, tendo sua produção quase que exclusivamente destinada ao mercado externo que abrange a Argentina, Estados Unidos, Europa e Oriente Médio (SILVA, 2008). A lavoura fumageira fomentou uma economia promissora na metade do século XX, que foi diretamente responsável pela geração de renda e de milhares de empregos, servindo de sustentação para diversos municípios do Recôncavo Baiano (BRIANTI, 2013).

Segundo Silva (2001) a mão de obra nacional recrutada na confecção dos charutos é exclusivamente feminina, e essas trabalham nas diversas etapas da fabricação do produto. Segundo Porto-Filho (2003) o principal motivo é que as mulheres são mais seletivas, cuidadosas e imprimem uma delicadeza manual em todo o processo.

Em seus postos de trabalho, as charuteiras executam movimentos repetitivos, adotando posturas estáticas que atingem os membros superiores e coluna vertebral. A organização do trabalho, com situações envolvendo a biomecânica e fatores ligados à psicodinâmica, são elementos contribuidores para o surgimento das LER

(Lesão por Esforço Repetitivo)/DORT (Doenças Osteomusculares Relacionadas ao Trabalho) (CUNHA; FREITAS, 2011).

Com a demanda crescente de indivíduos sendo acometidos pelas LER/DORT, a saúde do trabalhador foi instituída no Brasil na década de 1980. Esse campo do saber visa compreender as relações entre trabalho e doença que podem impactar na reflexão da atenção à saúde prestada, adotando uma abordagem multidisciplinar para o amparo ao profissional (SILVA et. al., 2007).

Para Lafetá et. al. (2010) no rol das medidas ergonômicas profiláticas, existe a ginástica laboral (GL) que, quando bem orientada e realizada, é capaz de promover uma redução das dores, fadiga, monotonia, estresse, acidentes e doenças ocupacionais dos trabalhadores.

Visando padronizar a mensuração de relato de sintomas osteomusculares e facilitar a comparação dos resultados entre os estudos foi desenvolvido o Questionário Nórdico de Sintomas Osteomusculares (QNSO). O questionário não é indicado como base para diagnóstico clínico, mas visa à identificação de distúrbios osteomusculares e, como tal, pode constituir importante instrumento de diagnóstico do ambiente ou do posto de trabalho (PINHEIRO; TRÓCCOLIA; CARVALHO, 2002).

Nessa premissa, o estudo teve como objetivo geral confrontar o sintoma de dor musculoesquelética entre trabalhadoras charuteiras que realizam ginástica laboral com aquelas que não realizam a atividade.

METODOLOGIA

O estudo trata-se de uma pesquisa descritiva de corte transversal e abordagem quantitativa. O estudo descritivo permite a aproximação do pesquisador ao assunto pesquisado, procurando descobrir, com a maior precisão possível, a frequência com que um fenômeno ocorre, tem caráter quantitativo e transversal. A pesquisa descritiva além de delinear o objeto a ser pesquisado enfoca aspectos de investigação, registra, analisa e interpreta dados e fenômenos (variáveis) correlacionado aos fatos históricos e atuais, sem manipulá-los (MARCONI; LAKATOS, 1999; NEVES-SOUZA, 2009).

A pesquisa foi realizada com mulheres charuteiras trabalhadoras de três indústrias de charutos localizadas no Recôncavo Baiano associadas ao Sindicato da Indústria do Tabaco do Estado da Bahia (SINDITABACO) e sediadas nos municípios de, São Félix (Empresa 1 – E1), Cachoeira (Empresa 2 – E2) e São Gonçalo dos Campos (Empresa 3 – E3).

A escolha das empresas se deu pelo motivo de serem indústrias que tem uma quantidade fixa de charuteiras, não sofrendo assim sazonalidade, além de obterem uma quantidade de trabalhadoras superior às demais empresas fumageira do

Recôncavo Baiano.

A população foi constituída por mulheres charuteiras de três fábricas de charutos sediadas no Recôncavo Baiano Dessa forma, foram adotados como critérios de inclusão: ser maior de 18 anos; possuir vínculo empregatício com as indústrias fumageiras; trabalhar mais de 06 horas diariamente e 05 dias por semana, estar realizando suas atividades laborais no período da coleta dos dados e aceitar participar do estudo assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Os critérios de exclusão foram: possuir vínculo empregatício inferior a seis meses, estar de licença ou afastada das atividades da indústria, apresentar comprometimento musculoesquelético antecedentes sem relação com a atividade laboral, estar em uso de medicamento anti-inflamatório e/ou analgésico.

Foram identificadas 33 mulheres charuteiras, e após a aplicação dos critérios de inclusão/exclusão participaram da pesquisa 14 mulheres. Os questionários usados foram o demográfico, socioeconômico, dados relacionados ao ambiente do trabalho e práticas de atividade física. Foi também utilizado o Questionário Nórdico de Sintomas Osteomusculares e a Escala Visual Analógica (EVA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

População amostrada por empresa

A caracterização das 14 mulheres amostradas no presente estudo foi realizada separadamente por empresa. Foi observado que a idade das charuteiras entrevistadas variou de 31 a 60 anos de idade, e em relação ao estado civil a maioria é solteira. No que se refere à escolaridade, na E1 33% e E2 20% fizeram ensino fundamental e E3 33% relataram ser alfabetizada, muito embora na E2 80% tem ensino médio, e tanto na E1 quanto E3 essa porcentagem cai para 67%.

As mulheres avaliadas trabalham no manuseio do fumo entre 1 e 30 anos, sendo que a maioria tem mais de 20 anos na profissão de charuteira. Produzem cerca de 200 charutos por dia, com carga horária diária de 8 horas. Em nenhum momento do ano ficam sem exercer a função de charuteira e recebem um salário mínimo e não possuem outra atividade remunerada.

Estatisticamente foram observadas correlações importantes quando se unificou os dados das três empresas. Em relação à presença de dor musculoesquelética nas charuteiras, foi possível observar que existe uma correlação moderada e positiva entre a ocorrência da dor com a idade ($p=0,04$); dor com tempo de empresa ($p=0,01$) e uma correlação forte e positiva para dor e tempo de trabalho como charuteira ($p=0008$).

A relação da idade e dor também foi observada por Saldanha et al. (2007) acerca das ocorrências de LER/DORT em rendeiras cuja produção é apenas artesanal em

Natal (RN). No estudo a faixa etária predominante das 13 rendeiras foi de 50 anos e 67% apresentaram queixas em membros superiores, com predominância em ombros e mãos, e duas rendeiras tinham diagnóstico clínico de bursite.

Da mesma forma Matsudo, Matsudo e Barros (2000) relataram a diminuição de 10 a 16% na massa muscular magra (massa livre de gordura) na faixa etária que compreende 25 a 65 anos, fato que se deve a redução ocasionada pelo envelhecimento da massa óssea do músculo esquelético assim como a redução da disposição da água corporal.

Quanto maior tempo de experiência/trabalho o trabalhador possui maior a exposição a fatores de risco. Rosa e Mattos (2010) relatam que esforços demasiados no corpo, posturas viciosas e movimentos repetitivos são enquadrados pelo Ministério do Trabalho e Emprego como grau de risco três.

Além dos fatores avaliados, diversos estudos relatam maior ocorrência de sintomas de dor no gênero feminino (BATTISTI et. al., 2008; GARCIA et al., 2004), inclusive sobre a prevalência de LER/DORT nas mulheres, pois estas são mais suscetíveis aos fatores de risco que geram o agravo musculoesquelético.

Fatores morfológicos e fisiológicos, como composição hormonal e resistência muscular são as razões que levam a uma incidência elevada das LER/DORT no sexo feminino, assim sendo, a execução do gestual frente ao trabalho repetitivo ou manual seja mais penoso. Entretanto, a maior resistência para esforços musculares seja masculina, mas essa visível vantagem não os deixa de fora dos acometimentos das LER/DORT. Outros fatores podem estar incorrendo nesta maior susceptibilidade as lesões musculoesqueléticas, como a jornada dupla de trabalho e a maior labilidade emocional das mulheres (YENG, 1997 apud WAJNMAN; FERREIRA; PERPÉTUO, 1998).

Segundo o trabalho Pena, Freitas e Cardim (2011) realizado com marisqueiras na Ilha de Maré (BA), essas mulheres executam, na contagem dos mariscos, aproximadamente 10.200 movimentos repetitivos por hora, desencadeando dores nos membros superiores, sintomas típicos da LER/DORT.

Posição das mulheres charureiras frente ao trabalho

Para entendermos as charuteiras frente às peculiaridades do posto de trabalho foi relatado no questionário que todas trabalham na posição sentada e permanecem nesta posição entre 1 e 2 horas com pausas para ir ao banheiro ou se hidratar.

Em relação ao conforto da cadeira, 80% das mulheres que trabalham na empresa E2 acham a cadeira confortável, e 67% na empresa E1, entretanto apenas 17% da empresa E3 tem essa opinião em relação à cadeira.

Foi relatado pelas funcionárias avaliadas nas empresas E2 e E3 que não há

possibilidade de ajuste do assento, entretanto na empresa E1 todas as cadeiras permitem esse ajuste. Quanto questionada se o encosto da cadeira servia realmente de apoio para as costas todas às funcionárias (100%) da E1 afirmaram positivamente. Nas empresas E2 todas as mulheres disseram que o encosto não serve de apoio e 83% na E3 também fizeram o mesmo relato.

Todas as mulheres da E2 disseram que os braços ficam confortáveis na execução do trabalho, na E1 67% e E3 apenas 33% da E3 afirmaram que são confortáveis. Nas empresas E1 e E2 todas (100%) afirmaram que os instrumentos de trabalho estão em posição que permite manuseios nas empresas, e 67% na E3 disse que não.

A E1 por ser uma empresa que diariamente recebem turistas e estudantes, o ambiente além de esteticamente agradável, produz certa sensação de harmonia entre as charuteiras e demais funcionários da empresa.

Entretanto, foi observado que não houve correlação significativa (p) 0.1219 de dor x tempo sentada no presente estudo.

Segundo Rio e Pires (2001), o espaço de trabalho e a mobília adequada, são peças de grande importância para o trabalho e impactam diretamente na produtividade e saúde do trabalhador. O mesmo autor ainda relata que o mobiliário deve proporcionar a melhor postura para o trabalhador, dando assim dinamismo na mobilidade, possibilitando a capacidade de adotar diferentes posturas ao longo da jornada de trabalho.

Siqueira (2014) relata que além dos ruídos, umidade, iluminação, vibrações, frio e umidade, a mobília inadequada pode gerar importantes das lesões osteomiotendinosas. Daldon e Lancman (2012) destacam a importância da adaptação do local de trabalho seguindo a necessidade da estrutura e característica biomecânica de cada indivíduo. Barroso (2015) afirma que o rendimento do trabalho está diretamente ligado ao design estrutural de onde o trabalhador executa sua tarefa, sendo a cadeira e sua ambientação do espaço os principais itens a serem observados, visando minimizar os níveis de desconforto e dor.

Em relação ao binômio dor e tempo sentado, os estudos de Eltayeb et. al. (2008) obtiveram associação estatística significativa entre os que trabalhadores do setor administrativo que permanecem por maiores períodos na postura sentada.

Zapater et. al. (2004) também relatam que a posição sentada aumenta aproximadamente 35% a pressão interna do núcleo pulposo do disco intervertebral, podendo causar tensões em nível ligamentar, nervoso e articular, além de reduzir a circulação venosa dos membros inferiores e gerando processos inflamatórios em estruturas osteomusculares com sintoma de dor associado.

Em sua pesquisa analisando a dor das costureiras da cidade Ervália (MG), Silva e Repolês (2016) constataram que as regiões dorsal e lombar obtiveram a

maior incidência de sintomas dolorosos.

Em um estudo com as trabalhadoras de fumo (*beedirollers*) na Índia, conduzido por Madhusudan, Patil e Jayaram (2014), evidenciaram que a morbidade mais comum foi o problema musculoesquelético em 152 (34,6%) dos sujeitos da pesquisa.

Comparações dos sintomas de dor musculoesquelética entre trabalhadoras charuteiras que realizam ginástica laboral e aquelas que não realizam a atividade

Não foi observada diferença estatisticamente significativa na dor das charuteiras das três empresas avaliadas ($p = 0,37$), mesmo existindo o fato das funcionárias da primeira empresa praticarem ginástica laboral.

Para rejeitar a hipótese nula, o limiar do valor de probabilidade adotado foi abaixo de 5% ($p < 0,05$). Quando o tamanho da amostra (n) é pequeno, é muito provável obter um pareamento perfeito ou forte entre as duas variáveis apenas pelo acaso. Nesse caso, tanto as regras da pesquisa científica como as do bom senso indicam que não se deve considerar um valor alto de r_s como significativo. A probabilidade de se obter a classificação por mero acaso é muito grande, pois, de acordo com o, para se obter um nível de significância de 5%, a amostra deve ser composta por pelo menos 5 escores e a correlação ser perfeita, ou seja, igual a 1. Sendo assim, mesmo com o valor de r_s tendo sido máximo, não se pode concluir que ele é significativo apenas com uma amostra de 3 participantes, como no caso de uma das empresas. A probabilidade de que ele tenha sido gerado pelo acaso é muito grande.

Outra possibilidade para essa não haver significância estatística pode ser a idade das charuteiras, pois nas três empresas, a maioria das funcionárias está na faixa etária entre 31 e 60 anos. Essa relação da maior idade e dor é exposta por Barros et. al. (2006), que relatam existir aumento das prevalências de dor com o passar dos anos, sendo que as dores mais frequentes foram observadas em indivíduos com 60 e mais anos de idade.

Apesar de não ter diferença significativa em relação à dor musculoesquelética entre os participantes da pesquisa, pois foi possível observar que na fábrica (E1) onde há a prática de GL as funcionárias relataram menos regiões de dor, sendo as principais no pescoço e dorsal.

Profissões que expõem o trabalhador a uma grande quantidade de movimentos repetitivos sobrecarregam determinados grupos musculares e promovendo ausência do controle do modo e ritmo de trabalho, o que aumenta a prevalência das LER/DORT (HELFENSTEIN, 1999; BRITO et. al., 2003).

As altas repetições de movimentos, em especial dos membros superiores, acarretam mais queixas de dor musculoesquelética. Em estudo realizado por Aasmoe (2007) na Naruega, com 1.767 funcionários de 118 fábricas de processamento de

frutos do mar, evidenciaram que as regiões onde mais foi referida prevalência de dor no corpo, se destacam o pescoço/ombro, braços/mãos e costas com índices de 74%, 73% e 49% respectivamente.

No trabalho de Yancey (2004), a prática de GL evidenciou melhoras significativas no estado de saúde geral, além disso, foi observada uma redução no stress e cansaço, aumento da disposição geral frente ao trabalho, além da redução das queixas dolorosas.

Diversos estudos têm evidenciado redução significativa da dor muscular em trabalhadores que praticam exercícios de alongamento, bem como a prevenção da fadiga muscular e articular (DINIZ, 2008; MACEDO, 2011; SANTOS, 2007).

Ainda nesta perspectiva, o estudo de Candotti et al. (2012) mostra a importância da GL na promoção de medidas posturais corretas durante o trabalho. Os autores da pesquisa dizem que a GL é eficaz na prevenção da dor e na correção da postura, sendo uma “ferramenta utilizada para produção de efeitos positivos” na incidência de dores.

Refutando estes achados, Maciel (2007) levantou dados de uma extensa revisão de literatura a cerca do manejo das LER/DORT através da GL, no estudo foi sugerido que essa técnica não pode ser elevada a um método de prevenção com eficácia, diz ainda que a implantação desta prática nas fábricas visa mais os interesses da empresa do que a saúde dos trabalhadores.

Avaliação da prevalência de dor musculoesquelética relacionada ao trabalho das charuteiras identificando regiões do corpo onde se concentram as maiores queixas

Em relação aos resultados obtidos na aplicação do QNSO, foi observado que de todas as empresas, a E2 com 29%, teve a maior percentual da dor nos últimos 12 meses nas áreas de lombar, no quadril e/ou coxas, e com 21% em pescoço, ombros, punhos/mãos/dedos, com a mesma porcentagem a E1 teve em pescoço e E3 em ombros, punhos/mãos/dedos, dorsal.

Dor nos últimos 7 (sete) dias a E2 21% relatou dor em pescoço e lombar, E3 teve a mesma porcentagem em lombar e ombros, por fim na E1 foi onde houve menor valor, com 14%. No que tange a ausência no trabalho, ou deixar de realizar alguma tarefa doméstica pela dor nos últimos 12 meses, na E1 não houve relato, diferente na E2 7% em pescoço e E3 7% punhos/mãos/dedos e lombar.

No estudo de Rocha e Ribeiro (2001) em funcionárias analistas de sistemas, as que tinham maior prevalência de dores em região cervical/ombros foram 74%. A pesquisa realizada por Santos Filho e Barreto (2001) também revela a prevalência de dores em pescoço e ombro com 20% e 17% respectivamente. Punnet (2004) explicita que o modo de trabalho que fazem intensa requisição das mãos são as que

mais ocorrem desordens musculoesqueléticas em membros superiores.

Marinho (2014) em seu estudo com artesãs observou que sua maioria se queixou de quadro álgico em membros superiores, lembrando que esta população em especial possui alto nível de refinamento da motricidade fina, requerendo ostensiva habilidade motora, o que pode ocasionar o surgimento de LER/DORT.

As manifestações dolorosas podem ser de natureza diversa, segundo Assunção (2001), elas podem ser ordem degenerativa ou inflamatória, que podem acometer diversos tecidos conectivos, como tendões, nervos, ligamentos e músculos, com locais específicos em membros superiores, tais como: dedos, punho, cotovelo, ombro e pescoço.

O trabalho estático por longos períodos desencadeia fadiga muscular, que por sua vez acarreta áreas de stress mecânico em articulações, tendões e outros tecidos como os discos intervertebrais (RENNER, 2002). Corroborando, Peres (2001) ainda afirma que uma inclinação de tronco para frente com cerca de 30°, pode aumentar em mais de 70% a carga compressiva entre os discos intervertebrais, que segundo Trierweiller (2006) são desprovidos de suprimento sanguíneo e quando ocorre à compressão discal, leva uma diminuição da nutrição.

Comparar o perfil clínico epidemiológico de charuteiras praticantes e não praticantes de ginástica laboral

No quesito do ato de fazer esforço físico nas tarefas do manuseio do fumo, na E1 33% diz que sim e 67% que não. Na E2 e E3 60% e 83% que sim e 40% e 17% que não respectivamente.

No questionamento do conforto do corpo, pescoço e ombros na execução trabalho, a E1 67% diz que sim e 33% que não. Na E2 e E3 40% e 33% que sim e 60% e 67% que não respectivamente.

Ferreira e Santos (2013) explicam que os benefícios fisiológicos da ginástica laboral são de variados aspectos: diminui as doenças ocupacionais no trabalho, dores e inflamações musculares são evitadas, facilita ainda as ações realizadas pelos funcionários. Constatou em seu trabalho uma diminuição considerável do número de faltas por atestados médicos após a implantação da ginástica laboral.

As regiões de dores são menores nas charuteiras que realizam a GL, acometendo apenas região de pescoço e dorsal, as que não fazem tem mais áreas acometidas, além de pescoço e dorsal, tais como: quadris, coxas, ombros, região lombar e tornozelo.

É evidenciado que a prática da GL se tornou benéfica aos funcionários da E1, que apresentam menos queixas relacionadas à dor em comparação com as outras empresas que não realizam a prática. Em sua análise, Barbosa et. al. (2014) constatou que sendo o sedentarismo um fator de grandes proporções na sociedade,

a incidência de dores entre trabalhadores torna-se mais evidente e concluiu que os programas de ginástica laboral são totalmente essenciais para o bem-estar dos trabalhadores, prevenindo problemas relacionados a saúde, sendo necessária mais pesquisas a respeito de como melhorar a qualidade de vida da melhora dos problemas de LER/DORT nesta população.

Em relação ao conforto do corpo, estudo conduzido por Sen (2007), sobre as condições de trabalho e saúde das *beedirollers*, foi demonstrado que 67% dos trabalhadores experimentaram dor nos membros superiores, especialmente em ombros, 51,43% de dor nas costas e 44,3% questões alérgicas.

Barbosa (2014) em seu trabalho que utilizou a GL como forma de enfrentamento diante das LER/DORT constatou que além das dores, o trabalhador desenvolve de maneira mais confortável seu trabalho, uma vez que a intervenção da GL deve ser condizente com a situação do trabalho e a saúde do trabalhador, proporcionando bem-estar no trabalho, previne lesões, acidentes e o aparecimento de doenças decorrentes da atividade ocupacional.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na região do Recôncavo Baiano a fumicultura continua sendo uma atividade econômica importante e viável para muitas famílias, mesmo passando por oscilações na sua produção. Diante desta situação, é importante ressaltar que a produção de charutos compreende uma ocupação de risco com relação as LER/DORT, pois parte do trabalho está associado à adoção de movimentos repetitivos e estritamente manuais. Além disso, pode estar presente a carga mecânica decorrente de tensão, pressão, fricção, irritação de músculos e nervos. Apesar da evidência do risco ainda são escassas as informações sobre o trabalho das charuteiras e sua relação de risco com as LER/DORT.

Muito ainda precisa ser feito para que haja uma abordagem mais individualizada no que se refere à saúde do trabalhador. Nessa pesquisa de campo foi permitido conhecer de perto a realidade de três fábricas de charutos no território do Recôncavo da Bahia.

Faz necessário um olhar nas fábricas sobre esta problemática da LER/DORT, situação esta que atualmente vem crescendo e cada vez mais está ocorrendo absenteísmo por motivos de lesões de cunho ocupacional. O ideal para qualquer posto de trabalho é alternância postural entre sentado e em pé, entretanto, em nossa população estudada a motricidade fina e acuidade visual devem ser realizados na postura sentada, com isso uma reflexão mais pormenorizada desta população se faz necessário.

REFERÊNCIAS

- AASMOE, L. et al. **Musculoskeletal symptoms among seafood production workers in North Norway**. Occupational medicine, v. 58, n. 1, p. 64-70, 2007.
- ARAUJO A.C.N. MOREIRA J. M. **Influência dos sintomas osteomusculares na qualidade de vida e potencial produtivo de um grupo de rendeiras**. Anais. Resumo apresentado na I Semana Acadêmica de Fisioterapia. Maceió. 2006.
- BARBOSA, P. H. et al. **Doenças osteomusculares relacionadas ao trabalho e à ginástica laboral como estratégia de enfrentamento**. Archives of Health Investigation, v. 3, n. 5, 2014.
- BARROS, M.B.A. et al. **Desigualdades sociais na prevalência de doenças crônicas no Brasil, PNAD-2003**. Ciência & Saúde Coletiva, v. 4, p. 911-926, 2006.
- BARROSO, B. I.L.; GALVÃO, C. R. C. **Múltiplas avaliações para aquisição de cadeiras de escritório: favorecendo a saúde no trabalho**. Revista de Terapia Ocupacional da Universidade de São Paulo, v. 26, n. 1, p. 136-145, 2015.
- BATTISTI, H. H.; GUIMARÃES, A. C. A.; SIMAS, J. P. N. **Atividade física e qualidade de vida de operadores de caixa de supermercado**. Revista Brasileira de Ciência e Movimento, v. 13, n. 1, p. 71-78, 2008.
- BRANDÃO, I. G. **O Trabalho Das Mulheres Charuteiras Em Cachoeira Bahia: uma análise histórica da construção identitária e econômica do município**. Simpósio temático “cultura, identidade e diversidade cultural”. Universidade Federal Do Recôncavo Da Bahia, 2012.
- BRIANTI, L.X.B. **Políticas públicas de apoio ao empoderamento das charuteiras do Recôncavo da Bahia: um olhar de afirmação**. Dissertação (Mestrado) - Gestão de Políticas Públicas e Segurança Social da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2013.
- CUNHA, W. T. FREITAS, M. C. S. **Nas mãos das charuteiras, histórias de vida e de LER/DORT**. Revista Baiana de Saúde Pública, Salvador, v. 35, n. 1, p. 159-174, 2011. Disponível em: <http://inseer.ibict.br/rbsp/index.php/rbsp/article/viewFile/1024/pdf_321>. Acesso em: 12 mai. 2015.
- DALDON, M. T. B.; LANCMAN, S. **Terapia ocupacional na vigilância em saúde do trabalhador**. Revista de Terapia Ocupacional da Universidade de São Paulo, v. 23, n. 3, p. 216-222, 2013.
- DINIZ, E. et al. **Efeitos da ginástica laboral sobre a força de preensão palmar e queixas de dores musculares em auxiliares de produção de uma indústria alimentícia**. Fisioter. Bras, v. 9, n. 5, p. 309-314, 2008.
- DO RIO, R.P.; PIRES, L. **Ergonomia: fundamentos da prática ergonômica**. LTr, 2001.
- ELTAYEB, S. M. et al. **Complaints of the arm, neck and shoulder among computer office workers in Sudan: a prevalence study with validation of an Arabic risk factors questionnaire**. Environmental Health, v. 7, n. 1, p. 33, 2008.
- FERREIRA, K. S.; SANTOS, A. F. P. **Os benefícios da ginástica laboral e os possíveis motivos da não Implantação**. Revista educação física Unifafibe, Ano II, n. 2, p. 56-72, 2013.
- HELFENSTEIN, J. M. **Lesões por esforços repetitivos (LER/DORT): conceitos básicos**. São Paulo: Schering Plough, 1999.
- LAFETÁ, J. C. et al. **Nível de conscientização dos profissionais de odontologia acerca da ginástica laboral e ergonomia**. EducFísicem Rev. v. 4, n. 3, p.1-10, set./dez., 2010.
- MACIEL, R. H. et al. **Quem se beneficia dos programas de ginástica laboral?**. Cadernos de

Psicologia Social do Trabalho, v. 8, p. 71-86, 2007.

MADHUSUDAN, M.; PATIL, D.; JAYARAM, S. **Occupational Health Profile of Beedi Workers in Coastal Karnataka**. National Journal of Community Medicine, v. 5, n. 2, p. 157-160, 2014.

MARCONI, M. A; LAKATOS, E. M.. **Técnicas de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

MARINHO, W. V. A. **Comparação da habilidade manual de mulheres artesãs e não artesãs**. 2014.

MATSUDO, S.M., MATSUDO, V.K.R.; BARROS, T.L.N. **Impacto do envelhecimento nas variáveis antropométricas, neuromotoras e metabólicas da aptidão física**. Revista Brasileira de Ciência e Movimento, v.8, n.4, p.21-32, 2000.

OOTES, D. LAMBERS, KT. RING, DC. **The epidemiology of upper extremity injuries presenting to the emergency department in the United States**.Hand. V7, p 18-22, 2012.

PENA, P.G.L.; FREITAS, M.C.S.; CARDIM, A. **Trabalho artesanal, cadências infernais e lesões por esforços repetitivos: estudo de caso em uma comunidade de mariscadeiras na Ilha de Maré, Bahia**. Ciência & Saúde Coletiva, v. 16, n. 8, p. 3383-3392, 2011.

PINHEIRO, F. A, TRÓCCOLI, B. T. CARVALHO, C. V. **Validação do questionário nórdico de sintomas osteomusculares como medida de morbidade**. Revista de Saúde Pública, v.36, n.3, p: 307-312, 2002.

PUNNETT, L; WEGMAN, D. H. **Work-related musculoskeletal disorders: the epidemiologic evidence and the debate**. Journal of electromyography and kinesiology, v. 14, n. 1, p. 13-23, 2004.

RENNER, J.S. **Custos posturais nos posicionamentos em pé, em pé/sentado e sentado nos postos de trabalho do setor costura na indústria calçadista**: Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.

ROCHA, L. E.; RIBEIRO, M.D. **Trabalho, saúde e gênero: estudo comparativo sobre analistas de sistemas**. Revista de Saúde Pública, v. 35, n. 6, p. 539-547, 2001.

ROSA, M. F. M.; MATTOS, U. A.O. A saúde e os riscos dos pescadores e catadores de caranguejo da Baía de Guanabara. Revista Ciência & Saúde Coletiva, v. 15, n. 1, p. 1543-1552, 2010.

SALDANHA, M.C.W. et. al., **A ocorrência de LER/DORT em rendeiras de bilro do núcleo de produção artesanal de Ponta Negra em Natal-RN: As razões do não adoecer**. XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2007.

SEN, V. **Effects of working condition on health of beedi workers**: a study of Sagar District of Madhya Pradesh. Environment drinking water and public health: problems and future goals. New Delhi, India: Daya Publishing House, p. 132-49, 2007.

SILVA, E. R. **Fazer charutos: uma atividade feminina**. Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado de História da Faculdade de Filosofia de Ciências Humanas da Universidade Federal da Bahia, 2001.

SILVA, F. G.; REPOLÊS, R. **Análise da dor e qualidade de vida (QV) em costureiras de confecções de pequeno porte na cidade de Ervália, MG**. ANAIS SIMPAC, v. 6, n. 1, 2016.

SILVA, I. M. **A internacionalização da indústria de charutos e cigarrilhas: o caso Menendez Amerino**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Administração da Universidade Federal de Pernambuco, 2008. Disponível em: <<http://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/945>>. Acesso em: 23 mai. 2015.

SIQUEIRA, O.C. **Análise ergonômica do posto de trabalho do operador de produção em uma indústria de injeção plástica utilizando o método RULA** (rapidupperlimbassessment). 2014

TRIERWEILLER A.C. **Fatores de risco de lombalgia e as relações com as características biomecânicas do trabalho em uma indústria de móveis para escritório**. Congresso Brasileiro de Ergonomia; out./nov.2006. Santa Catarina; 2006.

WAJNMAN, S.; FERREIRA, L. C. de M.; PERPÉTUO, I. H. O. **As consequências das lesões por esforço repetitivo (LER) sobre a atividade feminina**. Anais, p. 1017-1037, 2016.

YANCEY, A. K. et al. **The Los Angeles Lift Off: a sociocultural environmental change intervention to integrate physical activity into the workplace**. Preventivemedicine, v. 38, n. 6, p. 848-856, 2004.

ZAPATER, A.R. et al. Postura sentada: **A eficácia de um programa de educação para escolares**. Ciência & Saúde Coletiva, p. 191-199, 2004.

PERCEPÇÃO DA QUALIDADE DE VIDA DE MOTORISTAS DE TRANSPORTE COLETIVO URBANO EM UMA CIDADE DO PONTAL DO PARANAPANEMA

Data de aceite: 21/11/2019

Danillo Nascimento Vicente

Universidade do Oeste Paulista, Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional
Presidente Prudente, São Paulo.

Nathalye Fernanda Pedroso Dirksen

Universidade do Oeste Paulista
Presidente Prudente, São Paulo.

Camila Sousa Vilela

Universidade do Oeste Paulista
Presidente Prudente, São Paulo.

Isabela Santos Souza

Universidade do Oeste Paulista
Presidente Prudente, São Paulo.

Camilla Fernandes Cardoso

Universidade do Oeste Paulista
Presidente Prudente, São Paulo

Gilson Ricardo dos Santos

Universidade do Oeste Paulista
Presidente Prudente, São Paulo

Fabíola de Azevedo Mello

Universidade do Oeste Paulista, Doutorado em Fisiopatologia e Saúde Animal
Presidente Prudente, São Paulo.

Ana Karina Marques Salge

Universidade Federal de Goiás
Goiânia, Goiás.

Debora Tavares de Resende e Silva

Universidade Federal Fronteira do Sul
Chapecó, Santa Catarina

Marcus Vinicius Pimenta Rodrigues

Universidade do Oeste Paulista, Docente do Programa de Pós-graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional (PGMADRE)
Presidente Prudente, São Paulo.

Renata Calciolari Rossi

Universidade do Oeste Paulista, Docente do Programa de Pós-graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional (PGMADRE)
Presidente Prudente, São Paulo.

RESUMO: Introdução: Atualmente os conceitos mais aceitos de qualidade de vida visam uma multiplicidade de dimensões, no qual qualidade de vida reflete a percepção dos indivíduos de que suas necessidades estão sendo satisfeitas ou, ainda, que lhes estão sendo negadas oportunidades de alcançar a felicidade e a auto realização, com independência de seu estado de saúde físico ou das condições sociais e econômicas. **Objetivo:** Avaliar a percepção de qualidade de vida dos motoristas de transporte coletivo urbano em uma cidade do Pontal do Paranapanema. **Metodologia:** Foram avaliados 30 indivíduos de ambos os sexos, que foram divididos em dois grupos: Grupo Controle – GC, constituído por 10 funcionários do setor administrativo e Grupo Motoristas – GM, constituído por 20 motoristas. A percepção da qualidade de vida (QV) foi analisada através da aplicação do questionário *Medical*

Outcomes Study 36-Item Short-Form Health Survey (SF-36), aplicado antes do início da jornada de trabalho no primeiro dia de avaliação. **Resultados:** A percepção da QV foi observada que no domínio dor foi maior para os trabalhadores do Grupo Controle ($p < 0,05$). Tal achado se relaciona com o tipo de trabalho realizado por cada grupo. **Conclusão:** A percepção de qualidade de vida referente ao domínio dor para o grupo motoristas é melhor do que a do grupo controle. Esperamos contribuir com esses resultados para as políticas preventivas de saúde de acordo com as necessidades dessa população.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade de vida. Motoristas de ônibus. Questionários.

PERCEPTION OF QUALITY OF LIFE OF URBAN COLLECTIVE TRANSPORT DRIVERS IN A CITY OF THE PONTALPARANAPANEMA

ABSTRACT: Introduction: Today, the most accepted concepts of quality of life aim at a multiplicity of dimensions, in which quality of life reflects the individuals' perception that their needs are being met, or that they are being denied opportunities to achieve happiness and self-realization, regardless of their physical health or social and economic conditions. **Objective:** to evaluate the quality of life perception of urban collective transport drivers in a city of Pontal do Paranapanema. **Methodology:** 30 individuals of both sexes were evaluated, divided into two groups: Control Group - CG, made up of 10 employees from the administrative sector and Motorists - GM Group, made up of 20 drivers. The perception of quality of life (QOL) was analyzed through the application of the Medical Outcomes Study 36-Item Short-Form Health Survey (SF-36), applied before the beginning of the working day on the first day of evaluation. **Results:** The perception of QoL was observed that in the pain domain was higher for the Control Group workers ($p < 0.05$). This finding is related to the type of work performed by each group. **Conclusion:** The perception of quality of life regarding the pain domain for the drivers group is better than that of the control group. We hope to contribute with these results to preventive health policies according to the needs of this population.

KEYWORDS: Quality of life. Bus drivers. Questionnaires.

1 | INTRODUÇÃO

Apesar de haver inúmeras definições, não existe uma definição de qualidade de vida que seja amplamente aceita. Está cada vez mais claro, que não inclui apenas fatores relacionados à saúde, como bem-estar físico, funcional, emocional e mental, mas também outros elementos importantes da vida das pessoas como trabalho, família, amigos, e outras circunstâncias do cotidiano, sempre atentando que a percepção pessoal de quem pretende se investigar é primordial (CARVALHO JUNIOR et al., 2012).

Atualmente, os conceitos mais aceitos de qualidade de vida visam uma multiplicidade de dimensões discutidas nas chamadas abordagens gerais ou

holísticas (VASCONCELOS et al., 2001).

O principal exemplo que pode ser citado é o conceito preconizado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) no qual qualidade de vida reflete a percepção dos indivíduos de que suas necessidades estão sendo satisfeitas ou, ainda, que lhes estão sendo negadas oportunidades de alcançar a felicidade e a auto realização, com independência de seu estado de saúde físico ou das condições sociais e econômicas (VASCONCELOS et al., 2001).

A qualidade de vida é abordada, por muitos autores, como sinônimo de saúde, e por outros como um conceito mais abrangente, em que as condições de saúde seriam um dos aspectos a serem considerados (CARVALHO JUNIOR et al., 2012).

A qualidade de vida consiste na busca de situações prazerosas onde ter saúde significa usufruir o bem-estar propiciado pelo nível de capacidade física, emocional, intelectual e social (VASCONCELOS et al., 2001). Este termo vem ganhando espaço no meio acadêmico e também fora dele. Um exemplo é a adoção de programas que visem à promoção da saúde e qualidade de vida dos funcionários, por parte das empresas (VASCONCELOS et al., 2001).

A falta de consenso conceitual é marcante. Suas definições na literatura especializada apresentam-se, tanto de forma global, enfatizando a satisfação geral com a vida, como dividida em componentes, que, em conjunto, indicariam uma aproximação do conceito geral (VEY et al., 2015).

A forma como é abordada e os indicadores adotados estão diretamente ligados aos interesses científicos e políticos de cada estudo e área de investigação, bem como das possibilidades de operacionalização e avaliação (VASCONCELOS et al., 2001, VEY et al., 2015).

Este estudo leva a crer que a percepção da qualidade de vida para motoristas de transporte coletivo urbano é pior do que as dos trabalhadores administrativos. O objetivo do estudo foi analisar a qualidade de vida de motoristas de transporte coletivo urbano em uma cidade do Pontal do Paranapanema.

2 | METODOLOGIA

Este projeto de pesquisa foi submetido ao comitê de ética em pesquisa (CEP), ao comitê assessor de pesquisa institucional (CAPI) sob o número 3322 e ao CAEE sob o número 55716016.0.0000.5515, e foi executado após sua aprovação. Todos os indivíduos assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), concordando em participar do presente estudo.

Para a realização desse estudo foram avaliados 30 (trinta) indivíduos, de ambos os sexos. Os critérios de exclusão foram idade acima de 60 anos e indivíduos

tabagistas. Os indivíduos aptos foram divididos em dois grupos:

-GA: Grupo administrativo foi composto por 10 (dez) funcionários do administrativo.

-GM: Grupo motoristas foi composto por 20(vinte) motoristas.

As coletas foram realizadas no dia 08/05/2017 (M1) segunda-feira, antes do início da jornada de trabalho dos participantes.

A mensuração da percepção da qualidade de vida foi realizada através do questionário SF-36. (Anexo)

O SF-36 (*Medical Outcomes Study 36 – Item Short – Form Health Survey*) é um instrumento genérico de avaliação da qualidade de vida, de fácil administração e compreensão (CECCATO et al., 2014).

Consiste em um questionário multidimensional formado por 36 itens, englobados em 8 escalas ou domínios, que são: capacidade funcional, aspectos físicos, dor, estado geral da saúde, vitalidade, aspectos sociais, aspectos emocionais e saúde mental (CARVALHO JUNIOR et al., 2012, CECCATO et al., 2014).

Apresenta um escore final de 0 á 100 (obtido por meio de cálculo do *RawScale*), onde o 0 corresponde ao pior estado geral de saúde e o 100 corresponde ao melhor estado de saúde. É um questionário bem desenhado e suas propriedades de medida, como reprodutibilidade, validade e suscetibilidade á alterações, já foram bem demonstradas em diversos trabalhos (CECCATO et al., 2014).

A tradução para o português do SF-36 e sua adequação às condições socioeconômicas e culturais de nossa população, bem como a demonstração de sua reprodutibilidade e validade, tornam este instrumento um parâmetro adicional útil que pode ser utilizado na avaliação de diversas patologias (CARVALHO JUNIOR et al., 2012, CECCATO et al., 2014).

Previamente a análise dos dados, todos os grupos de variáveis foram submetidas ao teste de Sahpiro-Wilk para comprovação do pressuposto de normalidade, pelo qual observou-se que a maioria apresentou distribuição não paramétrica. Para comparar entre os grupos GC e GM foi utilizado o teste de Mann-Whitney. Para correlação de tempo de serviço na função com os domínios do SF-36 recorreu-se ao teste de Spearman. Todas as análises foram realizadas do programa R, considerando-se 5% de nível de significância.

3 | RESULTADOS

A caracterização dos 30 indivíduos divididos em cada grupo está descrita na

Tabela 1 abaixo.

Parâmetro	Motoristas	Administrativo	p
Nº de Participantes (%)	20 (66,67)	10 (33,33)	-
Idade (anos)	45,9 ± 8	33,4 ± 9,5	0,068
Gênero (M/F)	20 / 0	8 / 2	-
Tempo de Profissão (anos)	15,7 ± 8,6	12,9 ± 5,8	0,075

Tabela 1. Caracterização demográfica da amostra de sujeitos expostos à poluição atmosférica e controles, em uma cidade do Pontal do Paranapanema.

Legenda: Idade e tempo de profissão foram expressos em média e desvio padrão; M: masculino; F: feminino

Não foram verificadas diferenças significativas entre os grupos para os parâmetros idade e tempo de profissão.

Quando avaliada a percepção da qualidade de vida entre GM e GA, observa-se resultado significativo para o domínio dor no GA frente ao GM. Os valores obtidos estão apresentados na Tabela 2.

Parâmetro	Motoristas	Controle	p
Capacidade Funcional	95,0 ± 5,0	87,5 ± 10,0	0,075
Limitação por Aspecto Físico	100,0 ± 0,0	100,0 ± 18,8	0,766
Dor	100,0 ± 0,0	72,0 ± 36,3	0,045 ^A
Estado Geral de Saúde	72,0 ± 6,3	77,0 ± 6,0	0,057
Vitalidade	95,0 ± 17,5	87,0 ± 8,8	0,218
Aspectos Sociais	100,0 ± 12,5	100,0 ± 0,0	0,842
Aspectos Emocionais	100,0 ± 8,4	100,0 ± 0,0	0,343

Tabela 2 – Medianas e desvios-interquartílicos dos domínios avaliados no SF-36 para sujeitos expostos à poluição atmosférica e controles, em uma cidade do Pontal do Paranapanema.

Legenda: A = p<0,05.

4 | DISCUSSÃO

A qualidade de vida avaliada no domínio de dor do grupo motoristas foi melhor do que a do grupo controle. Tal achado se relaciona com o tipo de trabalho realizado por cada grupo.

A percepção da qualidade de vida no presente estudo demonstra em relação ao domínio dor uma melhor percepção para o grupo motoristas em comparação ao controle, tais fatos corroboram com estudos anteriores onde demonstraram que os escriturários apresentam uma jornada extensa de trabalho e desenvolvem tarefas muitas vezes utilizando um computador, sendo observado posturas inadequadas, movimentos repetitivos e iluminação não compatível ao ambiente (DOS SANTOS et al., 2017).

Funções que exigem o uso de teclado e monitor de vídeo muitas vezes

expõem estes trabalhadores a posturas inadequadas e os movimentos repetitivos e constantes das extremidades superiores têm sido frequentemente relacionados como causas de dor em ombro e pescoço (DOS SANTOS et al., 2017; KROEMER; GRANDJEAN, 2005). De forma que os Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT) são comumente relatados por trabalhadores administrativos (DOS SANTOS et al., 2017).

A amostra estudada apresentou características laborais que se reportam à postura sentada. Esta posição possibilita pouca margem de movimentação, tendo como consequência acúmulo de cargas estáticas sobre certos segmentos corporais, predispondo a lesões ocupacionais, além disso, é sabido que a posição sentada aumenta a pressão intradiscal, elevando assim o risco de hérnia no disco intervertebral (PACHIONI et al., 2011).

O fato da posição dos funcionários exercerem sua atividade laboral ser predominantemente sentada é um dos inúmeros fatores que estão ligados ao aparecimento de dores.

Neste sentido, tem-se a biomecânica ocupacional definida como a análise postural e suas consequências. Há dois tipos de trabalho: o estático e o dinâmico. O trabalho dinâmico permite contrações e relaxamentos alternados dos músculos. No trabalho estático o músculo se contrai e permanece contraído (OLIVEIRA et al., 2016; DOS SANTOS et al., 2017). Nas atividades de escritório, o trabalho estático predomina na maior parte do tempo, pois o operador permanece sentado durante as atividades no computador (OLIVEIRA et al., 2016).

Apesar de neste estudo a qualidade de vida ter sido considerada boa, alguns domínios aparecem mais prejudicados do que outros, sendo a dor o mais prejudicado para os trabalhadores administrativos, podendo ser ocasionada pela posição de trabalho e pelo cansaço físico e mental ao final do dia devido à prática das atividades ocupacionais.

Já para os motoristas que apresentaram uma melhor avaliação na percepção da qualidade de vida referente ao domínio dor, muito se deve que para a realização de sua atividade laboral o trabalho dinâmico permite contrações e relaxamentos alternados dos músculos, assim evitando uma sobrecarga na musculatura (OLIVEIRA et al., 2016).

Além disso, para os motoristas profissionais existe uma legislação específica para sua atividade laboral. Dentre as normas específicas estão as que tratam da jornada de trabalho e tempo de descanso para os motoristas. Desta maneira o motorista profissional fica resguardado para exercer sua atividade laboral sem que a mesma prejudique sua percepção da qualidade de vida.

Conclui-se que a percepção da qualidade de vida no domínio de dor do grupo motoristas é melhor do que a do grupo administrativo. Os resultados encontrados

nesta dissertação contribuem para a compreensão da percepção da qualidade de vida de motoristas de transporte coletivo urbano. Dessa forma, espera-se que esses resultados sejam úteis, para orientar as políticas preventivas de saúde de acordo com as necessidades dessa população.

REFERÊNCIAS

CARVALHO JUNIOR, Luiz Carlos Soares de et al . **Avaliação da qualidade de vida relacionada à saúde de cortadores de cana-de-açúcar nos períodos de entressafra e safra.** Rev. Saúde Pública, São Paulo , v. 46, n. 6, p. 1058-1065, Dez. 2012 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102012000600016&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 23 out. 2017.

CECCATO, Aline Duarte Ferreira et al . **Absenteísmo por doença ocupacional de trabalhadores rurais no setor canavieiro.** Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro , v. 30, n. 10, p. 2169-2176, Oct. 2014 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2014001002169&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 23 out. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-311X00026413>.

DOS SANTOS, Felipe Raimundo et al. **Ergonomia de escritório: Fatores corretivos relacionados à prevenção de LER/DORT.** Revista Científica Faculdades do Saber, v. 2, n. 3, 2017.

KROEMER, Karl HE; GRANDJEAN, Etienne. **Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem.** Bookman Editora, 2005.

OLIVEIRA, Sara Cristina Freitas de et al. **Fisioterapia laboral na formação ergonômica e consciência postural de trabalhadores administrativos de uma instituição de ensino superior.** Blucher Eng Proc, v. 3, p. 772-81, 2016.

PACHIONI, Célia Aparecida Stellutti et al. **Avaliação postural em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica.** Fisioterapia e Pesquisa, São Paulo, v. 18, n. 4, p. 341-345, out/dez. 2011.

VASCONCELOS, Anselmo Ferreira et al. **Qualidade de vida no trabalho: origem, evolução e perspectivas.** Caderno de pesquisas em Administração, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 23-35, jan/mar. 2001.

VEY, Ana Paula Ziegler et al. **Qualidade de vida e satisfação no trabalho de funcionários técnico administrativos da Universidade Federal de Santa Maria.** Saúde (Santa Maria), Santa Maria, v. 41, n. 1, p. 123-130, jan/jun. 2015.

INFLUÊNCIA DOS RESÍDUOS DA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA NA SAÚDE RESPIRATÓRIA DE MOTORISTAS DE TRANSPORTE COLETIVO URBANO EM UMA CIDADE DO PONTAL DO PARANAPANEMA

Data de aceite: 21/11/2019

Danillo Nascimento Vicente

Universidade do Oeste Paulista, Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional
Presidente Prudente, São Paulo.

Nathalye Fernanda Pedroso Dircksen

Universidade do Oeste Paulista
Presidente Prudente, São Paulo.

Camila Sousa Vilela

Universidade do Oeste Paulista
Presidente Prudente, São Paulo.

Isabela Santos Souza

Universidade do Oeste Paulista
Presidente Prudente, São Paulo.

Camilla Fernandes Cardoso

Universidade do Oeste Paulista
Presidente Prudente, São Paulo

Gilson Ricardo dos Santos

Universidade do Oeste Paulista
Presidente Prudente, São Paulo

Fabíola de Azevedo Mello

Universidade do Oeste Paulista, Doutorado em Fisiopatologia e Saúde Animal
Presidente Prudente, São Paulo.

Ana Karina Marques Salge

Universidade Federal de Goiás
Goiânia, Goiás.

Debora Tavares de Resende e Silva

Universidade Federal Fronteira do Sul
Chapecó, Santa Catarina

Marcus Vinicius Pimenta Rodrigues

Universidade do Oeste Paulista, Docente do Programa de Pós-graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional (PGMADRE)
Presidente Prudente, São Paulo.

Renata Calciolari Rossi

Universidade do Oeste Paulista, Docente do Programa de Pós-graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional (PGMADRE)
Presidente Prudente, São Paulo.

RESUMO: Introdução: A poluição atmosférica vem sendo um dos maiores problemas para a sociedade. No Pontal do Paranapanema existem vários fatores que contribuem para essa poluição, dentre eles o aumento da frota de veículos em Presidente Prudente, a falta de locais apropriados para destinação de resíduos sólidos e ainda a queima da cana-de-açúcar. A qualidade do ar interfere diretamente na saúde respiratória. O sistema mucociliar é a primeira barreira mecânica a entrar em contato com esses poluentes atmosféricos e sua integridade é fundamental para a proteção do sistema respiratório. **Objetivo:** Avaliar a influência dos resíduos da poluição atmosférica na saúde respiratória dos motoristas de transporte coletivo urbano em uma cidade do Pontal do Paranapanema. **Metodologia:** Foram avaliados 20 indivíduos, formando o Grupo Motoristas, que ficam diretamente expostos à poluição. Foi

realizada a mensuração de monóxido de carbono do ar expirado, para a avaliação do transporte mucociliar nasal e utilizado o teste de tempo de trânsito de sacarina. Ambos realizados ao início e término da jornada de trabalho, nos três dias das coletas. **Resultados:** Apesar de não significativo os resultados do COex aumentaram no pós jornada no primeiro e segundo dia, os resultados do teste TTS apresentaram aumento da velocidade do transporte do primeiro para o terceiro dia de pesquisa no pré jornada. **Conclusão:** A exposição aos resíduos da poluição atmosférica afeta o transporte mucociliar de motoristas de transporte coletivo urbano. **PALAVRAS-CHAVE:** Poluição atmosférica. Monóxido de carbono. Transporte mucociliar.

INFLUENCE OF AIR POLLUTION RESIDUES ON THE RESPIRATORY HEALTH OF URBAN PUBLIC TRANSPORT DRIVERS IN A CITY OF PONTAL DO PARANAPANEMA

ABSTRACT: Introduction: Air pollution has been one of the biggest problems for society. In Pontal do Paranapanema there are several factors that contribute to this pollution, among them the increase in the vehicle fleet in Presidente Prudente, the lack of suitable places for solid waste disposal and the burning of sugarcane. Air quality interferes directly with respiratory health. The mucociliary system is the first mechanical barrier to come into contact with these air pollutants and its integrity is fundamental for the protection of the respiratory system. **Objective:** To evaluate the influence of air pollution residues on the respiratory health of urban public transport drivers in a city of Pontal do Paranapanema. **Methodology:** 20 individuals were evaluated, thus forming the Drivers Group, drivers who are directly exposed to pollution. Measurements of carbon monoxide in the exhaled air were performed to evaluate nasal mucociliary transport. The saccharine transit time test was used. Both were carried out at the beginning and end of the working day, during the three days of collection. **Results:** Although not significant COex results increased in the post workday on the first and second day, the TTS test results showed an increase in transport speed from the first to the third day of pre-trip research. **Conclusion:** exposure to air pollution residues affects mucociliary transport of public urban transport drivers. **KEYWORDS:** Atmospheric pollution. Carbon monoxide. Mucociliary transport.

1 | INTRODUÇÃO

A poluição atmosférica urbana vem sendo um dos maiores problemas que assolam a sociedade, não só dos países industrializados, mas também daqueles em desenvolvimento (CUISSÉ, 2014). Com o aumento das emissões atmosféricas nas últimas décadas, são notáveis os impactos causados pela poluição atmosférica nas comunidades e no meio ambiente, que são afetados negativamente de modo constante pelos níveis elevados de poluição do ar, visto que a qualidade do ar é

diretamente influenciada pela distribuição de emissões veiculares e industriais, bem como a intensidade revela-se de crucial importância para estudo destas emissões (CUISSÉ, 2014; CECCATO et al., 2014).

Conforme a Resolução nº3 de 28/06/1990 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2012), considera-se poluente atmosférico *“qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o ar impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e à flora ou prejudicial à segurança, ao uso e ao gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade”* (CECCATO et al., 2014; ITO et al., 2013).

Existem evidências de que a queima de biomassa contribui significativamente para a liberação de gases tóxicos e material particulado (MP) para a atmosfera em todo o mundo, expondo milhões de pessoas todos os anos (GOTO, 2012). O interesse mundial em substituir combustíveis fósseis por biocombustíveis tem gerado um aumento significativo na produção canavieira, e o Brasil dispara no ranking, sendo classificado como o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo (GOTO, 2012).

Entre as diversas formas de degradação ambiental, a poluição do ar é uma das que mais causam prejuízos à população, afetando a saúde humana, os ecossistemas e o patrimônio histórico cultural, assim como o clima (ITO et al., 2015).

As fontes veiculares têm tido um destaque acentuado na degradação da qualidade do ar atmosférico, as emissões causadas por veículos automotores carregam uma grande variedade de substâncias tóxicas, as quais quando em contato com o sistema respiratório, podem ter os mais diversos efeitos negativos sobre a saúde (ARBEX et al., 2012). Essas emissões, devido ao processo de combustão e queima incompleta do combustível, são compostas de gases como: óxido de carbono (CO e CO₂), óxido de nitrogênio (NO_x), hidrocarbonetos (HC), entre os quais estão alguns considerados cancerígenos, óxido de enxofre (SO_x), e partículas inaláveis (MP₁₀) (DOS SANTOS BENTO et al., 2012).

O trânsito de veículos é um grande colaborador nas emissões de contaminantes, conforme relatório da Mercedes-Benz (2012), os efeitos dos produtos da combustão incompleta de motores diesel e gasolina, e de outros produtos indesejáveis atuam sobre o homem e o meio ambiente, variando desde a irritação dos olhos, pele e vias respiratórias, até a morte. Também ocorre a destruição de densas camadas de vegetação mais próximas às fontes de emissão (ARBEX et al., 2012; DOS SANTOS BENTO et al., 2012).

Para o Brasil, a Organização Mundial da Saúde estima que a poluição atmosférica possa causar cerca de 20 mil óbitos/ano, valor cinco vezes superior ao número de óbitos estimado pelo tabagismo ambiental/passivo, e 10,7 mil óbitos/ano

decorrentes da poluição do ar em ambientes internos (ITO et al., 2015; CARVALHO JUNIOR, 2013).

Entre os diversos agentes causadores da poluição atmosférica inseridos no Pontal do Paranapanema pode-se destacar o aumento da frota de veículos automotores constatada em Presidente Prudente, maior cidade e com maior concentração da frota de veículos da região (MARCHIORO, 2014).

A falta de locais apropriados para destinação dos resíduos sólidos ainda é um grave problema enfrentado pelo Pontal do Paranapanema. Dos 645 municípios paulistas, 27 dispõem os resíduos sólidos urbanos em condições inadequadas, com locais de destinação final apresentando problemas como a presença de vetores de doenças, emanação de odores, falta de controle operacional e outros (CETESB, 2015).

Os demais municípios, com exceção de três, que não foram avaliados por destinarem os resíduos fora do estado, dispõem os resíduos em condições adequadas (CETESB, 2015). O levantamento revela que Presidente Prudente é o município que se encontra em pior situação, alcançando 2,7 pontos numa escala que vai até 7,0, a partir do qual as condições passam a ser consideradas adequadas.

Apesar de proibida, a queima da cana ainda é realizada em algumas áreas do Pontal do Paranapanema, a queima provoca periodicamente a destruição e degradação de ecossistemas inteiros, tanto dentro como junto às lavouras canavieiras, além de dar origem a uma intensa poluição atmosférica, prejudicial à saúde, e que afeta não apenas as áreas rurais adjacentes, mas também os centros urbanos mais próximos, na queima da palha da cana são emitidos altos níveis de material particulado, monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio, óxidos de enxofre e metano, que além de causarem danos à saúde das populações diretamente envolvidas (CARVALHO JUNIOR et al., 2012).

Atualmente, aproximadamente 50% da população do planeta vive em cidades e aglomerados urbanos e estão expostas a níveis progressivamente maiores de poluentes do ar. A outra metade, principalmente nos países em desenvolvimento, utiliza combustíveis sólidos derivados de biomassa (madeira, carvão vegetal, esterco animal seco e resíduos agrícolas) e combustíveis líquidos, em menor proporção, como fonte de energia para cocção, aquecimento e iluminação (GOTO, 2012; ARBEX et al., 2012).

Devido à grande área de contato entre a superfície do sistema respiratório e o meio ambiente, a qualidade do ar interfere diretamente na saúde respiratória. Além disso, uma quantidade significativa dos poluentes inalados atinge a circulação sistêmica através dos pulmões e pode causar efeitos deletérios em diversos órgãos e sistemas (ARBEX et al., 2012).

O muco pode ser conceituado como um fluido não-Newtoniano, viscoelástico,

pseudoplástico e parcialmente tixotrópico. As propriedades apresentadas pelo muco brônquico são atribuídas principalmente à sua estrutura polimérica de moléculas de glicoproteínas e ao grau de ligações cruzadas devidas a pontes covalentes ou a barreiras físicas ou ambas (ITO, 2014).

A avaliação das propriedades do muco é essencial para a compreensão de sua propriedade funcional normal e para determinar os fatores responsáveis por sua anormalidade durante as doenças. As propriedades do muco têm sido estudadas principalmente nas situações de hipersecreção brônquica, como fibrose cística, bronquiectasia e bronquite crônica (ITO, 2014).

Sob a denominação de material particulado (MP), se encontra uma classe de poluentes constituídos de poeiras, fumaças e todo o tipo de material sólido e líquido que, devido ao pequeno tamanho, mantém-se suspenso na atmosfera (ITO et al., 2015; ARBEX et al., 2012).

A legislação brasileira preocupava-se, até 1989, apenas com as Partículas Totais em Suspensão (PTS), ou seja, todos os tipos e tamanhos de materiais sólidos ou líquidos que ficam suspensos no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça ou fuligem com uma faixa de tamanho menor que 100 μm , causando efeitos significativos em pessoas com doença pulmonar, asma e bronquite (GOTO, 2012). Pesquisas mostram que quanto menor o tamanho da partícula, maior o efeito sobre a saúde, ou seja, quanto mais fina a partícula, mais profunda ela penetra no aparelho respiratório.

Desta forma, a partir de 1990, a legislação brasileira passou a também se preocupar com as Partículas Inaláveis (PI), menores que 10 μm , originadas do processo de combustão industrial, de veículos automotores e do aerossol secundário (formado na atmosfera) (ITO et al., 2015; ITO, 2014). Partículas minúsculas como as emitidas por veículos, principalmente os movidos a diesel, podem ser menores do que a espessura de um fio de cabelo (GOTO, 2012).

Diversos mecanismos têm sido sugeridos para explicar os efeitos adversos dos poluentes aéreos. A explicação mais consistente e mais aceita é a de que altas concentrações de oxidantes e pró-oxidantes contidos nos poluentes ambientais, como MP de diversos tamanhos e composição, e nos gases, como O₃ e óxidos de nitrogênio, em contato com o epitélio respiratório, provocam a formação de radicais livres de oxigênio e de nitrogênio que, por sua vez, induzem o estresse oxidativo nas vias aéreas (DOS SANTOS BENTO et al., 2012; ITO, 2014).

O transporte mucociliar é o principal mecanismo de defesa das vias aéreas contra microrganismos e substâncias potencialmente agressivas, mas na superfície respiratória a defesa mais importante cabe aos macrófagos alveolares (CARVALHO JUNIOR, 2013; ITO, 2014).

O sistema mucociliar é a primeira barreira mecânica a entrar em contato com

esses poluentes atmosféricos e sua integridade é fundamental para a proteção do sistema respiratório (ARBEX et al., 2012). Esse sistema transporta as partículas e microrganismos inalados através da interação entre cílio e muco, em movimentos coordenados sempre em direção à orofaringe, para serem eliminados através da tosse, espirro ou deglutição. Sabe-se que a exposição aguda a baixas concentrações de MP já afeta o clearance mucociliar e pode causar sintomas respiratórios (CUISSÉ, 2014; ARBEX et al., 2012).

Milhões de cílios (estruturas similares a pelos) que revestem o epitélio das vias aéreas superiores e inferiores batem em uma camada aquosa, movimentando o muco e seus contaminantes para fora das vias aéreas (CUISSÉ, 2014).

A eficiência desse mecanismo de defesa é essencial para reduzir a incidência de infecção respiratória enquanto otimiza a troca gasosa. Esse processo depende da coordenação e frequência de batimentos dos cílios e da viscosidade do muco (que, por sua vez, é altamente influenciada pelo nível de umidade ao qual a mucosa está exposta) (NICOLINO et al., 2015).

A eficiência do TMC depende de três elementos fundamentais: a) estrutura do cílio e função, b) composição e volume do fluido da superfície das vias aéreas (muco e fluido periciliar) e interação muco-cílio (NICOLINO et al., 2015; FERREIRA-CECCATO et al., 2011).

Este estudo leva a crer que é que a exposição a resíduos provenientes da poluição atmosférica de forma contínua afeta diretamente a saúde respiratória de motoristas de transporte coletivo urbano em uma cidade do Pontal do Paranapanema. O objetivo do estudo foi avaliar a influência dos resíduos da poluição atmosférica sobre o monóxido de carbono no ar exalado e transportabilidade mucociliar de motoristas de transporte coletivo urbano em uma cidade do Pontal do Paranapanema.

2 | METODOLOGIA

Este estudo de pesquisa foi submetido ao comitê de ética em pesquisa (CEP), ao comitê assessor de pesquisa institucional (CAPI) sob o número 3322 e ao CAEE sob o número 55716016.0.0000.5515, e foi executado após sua aprovação. Todos os indivíduos assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), concordando em participar do presente estudo.

Para a realização desse estudo foram avaliados 30 (trinta) indivíduos, de ambos os sexos. Os critérios de exclusão foram idade acima de 60 anos, participantes que relataram presença de doenças respiratórias e indivíduos tabagistas. Os indivíduos aptos foram divididos em dois grupos:

- GC: grupo controle foi composto por 10 (dez) funcionários do administrativo,

onde os mesmos não ficam expostos à poluição atmosférica por longo período de horas por dia. Amostra esta que foi utilizada como amostra de conveniência.

- GM: grupo motoristas foi composto por 20(vinte) motoristas, onde os mesmos ficam expostos à poluição atmosférica em torno de 08(oito) horas por dia.

As coletas foram realizadas nos dias 08/05/2017 (M1) segunda-feira, 10/05/2017 (M2) quarta-feira e 12/05/2017 (M3) sexta-feira. As coletas foram realizadas sempre pré e pós jornada de trabalho.

Os fatores ambientais foram observados para a escolha das datas citadas, o período em que as coletas foram realizadas apresentou uma precipitação de sem chuva de 15 dias e homogeneidade em relação à temperatura e umidade relativa do ar (INPE, 2017).

A mensuração do COex foi realizada sempre antecedendo a avaliação do teste TTS. A aplicação da técnica foi padronizada da seguinte forma: o indivíduo era orientado a inspirar profundamente e permanecer em apneia por 20 segundos. Em seguida acoplava-se o aparelho (Micro Medical Ltda®, Rochester, Kent, Reino Unido) na boca do indivíduo por meio de um bocal e realizava-se uma expiração completa de maneira lenta e suave (CACCATO et al., 2014), conforme ilustração abaixo (Figura 1).



Figura 1 – Coleta de dados para avaliação do TTS.

Fonte: Próprio autor.

O transporte mucociliar foi avaliado por meio do teste TTS. Para a realização deste teste, os voluntários foram posicionados sentados e com a cabeça levemente estendida, e uma quantidade de aproximadamente 250 μg de sacarina sódica granulada foi introduzida por meio de um canudo plástico, sob controle visual, a aproximadamente 2 cm para dentro da narina direita (CUISSÉ, 2014).

A partir deste momento, o cronômetro foi acionado e não foi permitido aos indivíduos andar, falar, tossir, espirrar, coçar ou assoar o nariz. Os voluntários foram também instruídos a engolir poucas vezes por minuto e quando sentiram um gosto diferente em sua boca eles avisaram imediatamente o examinador para registro do tempo (CECCATO et al., 2014) (Figura 2).

O voluntário foi orientado a não fazer uso de medicamentos tais como anestésicos, analgésicos barbitúricos, calmantes e antidepressivos; bebidas alcoólicas, substâncias a base de cafeína no mínimo 12 horas antes da mensuração do TTS (CECCATO et al., 2014).



Figura 2 – Coleta de dados para avaliação do TTS.

Fonte: Próprio autor.

Previamente a análise dos dados, todos os grupos de variáveis foram submetidas ao teste de Shapiro-Wilk para comprovação do pressuposto de normalidade, pelo qual observou-se que a maioria apresentou distribuição não paramétrica. Para comparar os valores aferidos inicial e final, dentro de cada momento, recorreu-se ao teste de Wilcoxon. Para comparar entre os grupos GC e GM, foi utilizado o teste de Mann-Whitney. Para comparar os três momentos aferidos, separadamente para antes e depois, recorreu-se ao teste de Friedman com contrastes pelo método de Dunn. Todas as análises foram realizadas no Programa R, considerando-se 5% de nível de significância.

3 | RESULTADOS

A caracterização dos 20 indivíduos está descrita na Tabela 1 abaixo.

Parâmetro	Motoristas
Nº de Participantes (%)	20 (100)
Idade (anos)	45,9 ± 8
Gênero (M/F)	20 / 0
Tempo de Profissão (anos)	15,7 ± 8,6

Tabela 1. Caracterização demográfica da amostra de sujeitos expostos à poluição atmosférica e controles, em uma cidade do Pontal do Paranapanema.

Legenda: Idade e tempo de profissão foram expressos em média e desvio padrão; M: masculino; F: feminino

Não se encontrou diferença significativa do COex no grupo motoristas entre os diferentes momentos, porém observamos que os valores do COex são maiores ao término da jornada no primeiro e segundo dia. Os valores obtidos na mensuração do COex estão apresentados na Tabela 1.

Momentos do COex	Pré-jornada	Pós-jornada	p
M1(ppm)	3,0(1,8 – 6,0)	4,0(2,0 – 6,0)	0,118
M2(ppm)	2,0(2,0 – 3,3)	3,0(2,0 – 4,0)	0,258
M3(ppm)	3,0(2,0 – 3,0)	3,0(1,8 – 4,0)	0,246

Tabela 2 – Medianas e desvios-interquartílicos entre diferentes momentos avaliados do COex para sujeitos expostos a poluição atmosférica, em uma cidade do Pontal do Paranapanema.

Legenda: Teste não paramétrico de Friedman com contrastes pelo método de Dunn; M1(ppm) = valores obtidos no primeiro dia expressos em partes por milhão; M2(ppm) = valores obtidos no segundo dia expressos em partes por milhão; M3(ppm) = valores obtidos no terceiro dia expressos em partes por milhão;

Observaram-se resultados significativos entre os momentos avaliados ao início da jornada para GM. Assim nota-se uma redução no tempo do primeiro para o último dia. Os valores obtidos na mensuração do teste TTS em diferentes momentos estão apresentados na Tabela 3.

Momentos do TTS	Pré-jornada	Pós-jornada	p
M1(seg)	33,0(20,5 – 89,8) ^A	23,0(16,3 – 35,5)	0,0137
M2(seg)	18,0(12,5 – 25,0) ^{AB}	21,0(14,5 – 25,3)	0,2763
M3(seg)	17,0(12,8 – 19,0) ^B	20,0(16,3 – 25,5)	0,0003

Tabela 3 – Medianas e desvios-interquartílicos entre diferentes momentos avaliados do TTS para sujeitos expostos à poluição atmosférica, em uma cidade do Pontal do Paranapanema.

Legenda: Teste não paramétrico de Friedman com contrastes pelo método de Dunn; M1(seg) = valores obtidos no primeiro dia expressos em segundos; M2(seg) = valores obtidos no segundo dia expressos em segundos; M3(seg) = valores obtidos no terceiro dia expressos em segundos.

4 | DISCUSSÃO

No presente estudo sugere-se que a exposição a resíduos da poluição atmosférica acelera o transporte mucociliar nasal dos motoristas de transporte

coletivo urbano que ficam diretamente expostos a essa poluição.

O clearance mucociliar nasal representa importante mecanismo de defesa do epitélio nasal e da árvore brônquica, além da função na depuração de partículas inaladas nas vias aéreas (CECCATO et al., 2014). O teste de TTS utilizado neste estudo se mostrou confiável por ser um método reprodutível, simples, de baixo custo e eficaz para tal avaliação, além de ser amplamente utilizado em outros trabalhos (ITO et al., 2013).

Diante dos resultados obtidos, observa-se que a exposição aos resíduos da poluição atmosférica diminuiu significativamente o tempo do teste de TTS, assim, sugerindo uma ativação compensatória do sistema mucociliar nos motoristas (CECCATO et al., 2014).

Os efeitos agudos sobre o clearance mucociliar já foi descrito em estudos anteriores, após a exposição à poeira (CARVALHO JUNIOR, 2013) e fumaça de cigarro (ITO, 2014), porém não há relatos de estudos anteriores a respeito dos efeitos respiratórios em motoristas de transporte coletivo urbano da exposição a poluentes atmosféricos durante sua jornada de trabalho.

Embora não encontrada diferença significativa no COex para ambos os grupos em diferentes momentos, observa-se aumento em ambos os grupos no pós-jornada. O monóxido de carbono é produzido endogenamente, principalmente, durante condições de estresse oxidativo e inflamação (CUISSÉ, 2014). Atribuímos o aumento do COex ao término da jornada a exposição aos poluentes atmosféricos que os participantes ficaram expostos durante toda sua jornada de trabalho de aproximadamente oito horas.

Tais resultados vêm em encontro com o estudo de Goto (2012) onde resultados semelhantes foram encontrados, demonstrando aumento do COex após período queima de biomassa e colheita para trabalhadores rurais expostos a poluentes atmosféricos.

Os aumentos nos valores do COex correlacionam com a diminuição no tempo dos valores do TTS do primeiro para o terceiro dia avaliados. Observamos uma redução significativa nos resultados do TTS, após tais resultados, sugerindo que o transporte mucociliar nasal estava respondendo agudamente frente ao aumento do COex. Este achado corrobora com o estudo de Ceccato et al. (2014) que encontrou resultados semelhantes em trabalhadores rurais após a exposição a queima de biomassa.

A exposição aguda aos poluentes atmosféricos tem sido associada a uma maior produção de espécies reativas de oxigênio e óxido nítrico por inflamação de células que estimulam a frequência de batimento ciliar (CECCATO et al., 2014). A estimulação do transporte mucociliar no presente estudo deve-se provavelmente ao aumento da frequência de batimento ciliar. Um estudo anterior relatou que o

aumento no transporte mucociliar é diretamente proporcional ao aumento dos índices de poluentes atmosféricos (FERREIRA-CECCATO et al., 2011).

Conclui-se que a exposição a resíduos da poluição atmosférica aumenta o monóxido de carbono do ar exalado e acelera o transporte mucociliar nasal dos motoristas de transporte coletivo urbano que ficam expostos diretamente a essa poluição. Os resultados encontrados nesta dissertação contribuem para a compreensão da saúde respiratória e percepção da qualidade de vida de motoristas de transporte coletivo urbano. Dessa forma, espera-se que esses resultados sejam úteis, para orientar as políticas preventivas de saúde de acordo com as necessidades dessa população.

RERERÊNCIAS

ARBEX, Marcos Abdo et al. A **poluição do ar e o sistema respiratório**. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, São Paulo, v. 38, n. 5, p. 643-655, jul/ago. 2012.

CARVALHO JUNIOR, Luiz Carlos Soares de et al. **Avaliação da qualidade de vida relacionada à saúde de cortadores de cana-de-açúcar nos períodos de entressafra e safra**. *Rev. Saúde Pública*, São Paulo, v. 46, n. 6, p. 1058-1065, Dez. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102012000600016&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 23 out. 2017.

CARVALHO JUNIOR, Luiz Carlos Soares. **Efeitos da exposição a queima de biomassa na função pulmonar e transportabilidade mucociliar e investigação de doenças ocupacionais dos trabalhadores rurais do setor canavieiro**. 2013. 85 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2013. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/87348>>. Acesso em: 23 out. 2017.

CECCATO, Aline Duarte Ferreira et al. **Absenteísmo por doença ocupacional de trabalhadores rurais no setor canavieiro**. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 30, n. 10, p. 2169-2176, Oct. 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2014001002169&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 23 out. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-311X00026413>.

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo: São Paulo. 2015. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/2015/05/18/cetesb-divulga-inventario-de-residuos-e-relatorios-anuais-de-qualidade-da-agua-do-ar-e-das-praias/>>. Acesso em: 06 out. 2015.

CUISSI, Rafaela Campos. **Efeitos da poluição atmosférica no sistema respiratório de indivíduos praticantes de exercício físico aeróbio em ambiente aberto e fechado**. 2014. 75 f. Dissertação (Mestrado em Fisioterapia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2014. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/113824>>. Acesso em: 06 out. 2015.

DOS SANTOS BENTO, Marcia Helena et al. **Efeitos da poluição do ar causada por veículos automotores na saúde humana e no meio ambiente**. *Revista de Engenharia e Tecnologia*, v. 4, n. 3, p. 19-34, 2012.

FERREIRA-CECCATO, Aline Duarte et al. **Short terms effects of air pollution from biomass burning in mucociliary clearance of Brazilian sugarcane cutters**. *Respiratory medicine*, v. 105, n. 11, p. 1766-1768, abr/ago. 2011.

GOTO, Danielle Miyuki. **Avaliação de clearance nasal, propriedades físicas do muco, celularidade e citocinas em lavado nasal de trabalhadores cortadores de cana-de-açúcar queimada no Estado de São Paulo**. 2012. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2012. Tese (Doutorado em Fisiopatologia Experimental) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. DOI: 10.11606/T.5.2012tde-25052012-140530. Acesso em: 11 dez. 2017.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. 2017. Acesso em: 11 dez. 2017. Disponível em: <<http://bancodedados.cptec.inpe.br/>>

ITO, Juliana Tiyaki. **Efeito agudo do fumo na variabilidade da frequência cardíaca e da sua cessação no transporte mucociliar**. 2014. 111 f. Dissertação (Mestrado em Fisioterapia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/108558/000753547.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em...

ITO, Murilo Sannomia et al. **Hospitalizações por doenças respiratórias associados à exposição de metais Tóxicos no material particulado e nível de temperatura em Presidente Prudente, SP, Brasil**. In: Colloquium Vitae, v. 5, n. 2, p. 110-8, jul/dez. 2013. DOI: 10.5747/cv.2013.v005.n2.v081

ITO, Juliana T. et al. **Nasal mucociliary clearance in subjects with COPD after smoking cessation**. Respiratory care, v. 60, n. 3, p. 399-405, nov. 2015. DOI: 10.4187/respcare.03266.

MARCHIORO, Edson. **Plano diretor de mobilidade urbana de Presidente Prudente**. Relatório Técnico, v. 1, 2014.

NICOLINO, Juliana et al. **Analysis of autonomic modulation after an acute session of resistance exercise at different intensities in chronic obstructive pulmonary disease patients**. International journal of chronic obstructive pulmonary disease, v. 10, p. 223, jan. 2015. DOI: 10.2147/COPD.S64345

AVALIAÇÃO DO CONFORTO AMBIENTAL EM SALAS DE AULA COM CLIMATIZAÇÃO ARTIFICIAL NA CIDADE DE RECIFE-PE

Data de aceite: 21/11/2019

Luciano Torres Prestrelo

Mestre em Tecnologia Ambiental formado pelo Instituto de Tecnologia de Pernambuco, ITEP, Recife-PE, (2017)

Engenheiro Mecânico, formado pela Escola Politécnica da FESPE (1976)

Professor do Ensino Básico Técnico e Tecnológico-EBTT do Curso de Refrigeração e Climatização do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Pernambuco –IFPE – Campus Recife (desde 1977)

lucianotprestrelo@ yahoo.com.br.

Werônica Meira de Souza

Professora da Unidade Acadêmica de Garanhuns da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UAG/UFRPE), e professora colaboradora do Mestrado Profissional em Tecnologia Ambiental do ITEP, PE-Brasil. weronicameira@gmail.com

RESUMO: O conforto ambiental interior é um dos fatores determinantes para a produtividade, bem-estar e saúde do homem, haja vista que a maioria das pessoas passa cerca de 90% do seu tempo em ambientes fechados, tais como habitações, escritórios, escolas, entre outros. Apesar de não ser considerado um gás poluente em ambientes exteriores, em espaços confinados, com ocupação humana e sem ventilação ou ventilação insuficiente, o Dióxido

de Carbono (CO₂) tende a acumular-se, podendo atingir níveis superiores aos valores máximos recomendáveis. Este estudo teve por objetivo analisar o conforto ambiental, em função do nível de CO₂, temperatura (°C) e Umidade Relativa do Ar (%) em salas de aula de um grande centro de ensino público localizado na cidade de Recife-PE. As salas de aula, climatizadas com sistema de ar condicionado do tipo *split system*, sem renovação de ar, foram monitoradas nos meses de março, abril, maio, junho e julho de 2016, quanto aos referidos parâmetros com o auxílio de um instrumento analisador de CO₂, o qual possibilitou a leitura direta mediante a utilização de sensor infravermelho não dispersivo. Os resultados foram comparados aos níveis de CO₂ do ambiente externo, usando como parâmetro de referência, e preconizados pela legislação vigente Brasileira. As medições internas e externas foram comparadas e correlacionadas através de variáveis utilizando métodos estatísticos, com o intuito de mostrar e comprovar aos órgãos públicos a necessidade de renovação de ar nas salas climatizadas com sistema de ar condicionado do tipo *split system*, para diluição dos níveis de dióxido de carbono e melhoria da qualidade do ar interno, e conseqüentemente melhoria do processo ensino - aprendizagem.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade do ar interno; Ambiente Interno; Dióxido de Carbono

ABSTRACT: The indoor air quality and one of the determinants paragraph one productivity, the comfort and wellness and men's health, because most people spend about 90% of his time indoors, such as dwellings, offices, schools, among others. particularly in classrooms, carbon dioxide (CO₂) and pollutants one of the que more concern can create the users and managers these. despite not being considered hum pollutant gas in foreign environments, confined spaces with human occupancy and without ventilation or insufficient ventilation, co2 tends to accumulate, reaching superior levels fairly to maximum values recommended. this study aimed to analyze of carbon dioxide (CO₂) levels in large hum classrooms located educational center in the city of Recife-PE. in co2 levels in classrooms, air-conditioned with system of air conditioning make split system type without air renewal, were measured with the aid of hum CO₂ analyzer, ITMCO model - CO₂, wed enabled a direct reading through use of infrared sensor not dispersive. were the results compared to CO₂ levels in the external environment, using as reference parameter, and recommended under current legislation. how internal and external measurements were compared and correlated through variables using statistical methods, in order to prove to show and public agencies need rooms nas air renewal air conditioned with air conditioning system to split type system, paragraph dilution levels of carbon and improving the quality of indoor air dioxide, and consequently improving teaching - learning process.

KEYWORDS: Indoor Air Quality; Indoor Environment; Carbon dioxide

INTRODUÇÃO

Quando se trata de conforto humano, o condicionamento de ar deve atender às condições estabelecidas em normas técnicas, no que se refere, dentre outros fatores, a temperatura, a umidade, a limpeza, a pressão e a movimentação do ar. Somente em 1980, com a publicação da NBR 6401 (ABNT, 1980), passou-se a existir uma classificação oficial dos níveis de filtragem e de sua aplicabilidade. A importância do ar condicionado no mundo atual aumenta, visto que: os espaços físicos diminuem (a população aumenta); o homem cada vez mais se translada para ambientes não saudáveis ou não confortáveis; a poluição ambiental tende a aumentar (principalmente nos países em desenvolvimento); proporciona maior rendimento no trabalho (maiores lucros); as exigências de conforto aumentam (e as legislações passam a proteger); maior número de aparelhos, máquinas, e equipamentos passam a depender de controle sobre o ambiente onde operam; viabiliza empreendimentos em climas impróprios para o homem, ou em ambientes naturalmente inviáveis para este (noite, subterrâneos, discotecas, entre outros). Dentre os fatores determinantes do conforto humano, os mais comuns e importantes são: condições do ar ambiente, em termos de temperatura, umidade, velocidade, pureza, pressão, odores, nível de ruído, espaço, iluminação e cores.

Segundo padrões da ASHRAE 55 (*American Society of Heating, Refrigerating*

and Air-Conditioning Engineers, 2004), o conforto térmico significa “aquele estado mental o qual expressa satisfação com o meio ambiente térmico”. Outra definição também corrente, “sensação de bem-estar revelada por uma pessoa ou um grupo de pessoas, com relação às condições do ambiente térmico”. Como pode se observar, trata-se de um conceito estatístico, não sendo possível estabelecer-se um valor padrão. Diversas combinações de diferentes temperaturas, umidade relativa e movimentações do ar, delimitam “zonas” de conforto térmico (ASHRAE 55). A qualidade do ar interno é afetada igualmente pelo sistema HVAC (*Heating, Ventilation and Air Conditioning*), qualidade da construção, material e operação do edifício. Estes aspectos devem ser levados em consideração durante as etapas de projeto, construção e manutenção dos ambientes. Fonte?

Os problemas são verificados quando se observa a presença de sintomas transitórios que afetam parte dos ocupantes, somente durante o período de permanência nos ambientes internos, devido à presença de agentes químicos, físicos e biológicos (Suzuki, 2010).

O ar possui partículas em suspensão de origem diversas, responsáveis pelos sintomas que caracterizam a má qualidade do ar em ambientes internos. A concentração total de poluentes internos depende da taxa de produção de poluentes, taxa de remoção de poluentes, taxa de troca de ar externo e de concentração de poluentes externos. As fontes internas de poluentes podem ser as próprias pessoas e atividades ligadas a elas, ou de materiais que emitem substâncias nocivas à saúde, como móveis de aglomerado de madeira que liberam compostos orgânicos voláteis (COV) e formaldeído (Jones, 1998). Muitas vezes a poluição interna supera a poluição externa, havendo a necessidade de se realizar trocas de ar para que o ar externo arraste ou dilua a concentração de poluentes internos. Os agentes químicos presentes em um ambiente interno são gases e vapores, SO_2 , CO , NO , NO_2 , COV, aldeídos e compostos inorgânicos como NH_3 e O_3). Os agentes físicos são os materiais particulados, amianto, metais pesados (cobre, cádmio, chumbo, manganês e zinco), radônio e campos eletromagnéticos. Por último, os agentes biológicos, que são os ácaros, animais domésticos, insetos, fungos, vírus e bactérias (Moraes, 2006).

Vários estudos relacionados à qualidade do ar interno têm sido desenvolvidos com o objetivo de verificar e comprovar a adequação de locais de trabalho e estudo (públicos e/ou privados) em função do conforto térmico (Afonso et al., 2004; Afonso et al., 2006; Costa e Ferreira, 2006; Menezes et al., 2006; Martins et al., 2014). Martins et al. (2014) realizaram um estudo de qualidade do ar interior segundo a resolução nº 9 da ANVISA em bibliotecas públicas climatizadas. O estudo constatou que a temperatura interna dos ambientes estudados ficou acima do valor máximo permitido; o índice do ar interno e externo representado pelo número de

colônias fúngicas formadas na estação chuvosa ficou também acima dos padrões recomendados. Sodré et al. (2008) avaliaram a qualidade de ar em 50 locais pertencentes a oito categorias de ambientes públicos na cidade do Rio de Janeiro e Niterói, levando em consideração três compostos carbonílicos quanto aos indícios de carcinogenicidade dos mesmos, comparados com os valores segundo as normas nacionais e internacionais de qualidade de ar interior.

Olesen (2015) observou em salas de aula que a diminuição da temperatura interna do ambiente e a renovação do ar acarretaram em média um aumento de 8% no desempenho na execução de exercícios de rotina em uma sala de aula, e que a redução na taxa de renovação do ar implicaria numa redução de produtividade, chegando a 19%.

Além da qualidade do ar externo a qualidade do clima interno em uma edificação é, segundo Suzuki (2010), também afetada igualmente pelo sistema HVAC (*Heating, Ventilation and Air Conditioning*), e qualidade da construção. Ainda neste sentido, Suzuki (2011) esclarece que os bons sistemas de ventilação e ar condicionado são concebidos de forma a fornecer níveis adequados de temperatura e umidade e níveis aceitáveis de concentração de poluentes, proporcionando sensações de conforto aos usuários. Porém a qualidade do ar interno pode ser afetada quando a ventilação nos ambientes não for adequada, isto é, quando os processos relacionados à tomada de ar externo, condicionamento e mistura do ar interno, boa distribuição do ar no ambiente e renovação do ar apresentarem deficiências de operação. Acrescenta-se a isso o fato de que os problemas são verificados quando se observa a presença de sintomas transitórios que afetam parte dos ocupantes, somente durante o período de permanência em salas de aula, devido à presença de agentes químicos, físicos e biológicos no ar interno, material e operação do edifício. Estes aspectos devem ser levados em consideração durante as etapas de projeto, construção e manutenção das salas de aulas de uma escola.

A Resolução nº 9 da ANVISA (2003) estabelece um número mínimo de 27 m³/h.pessoa, exceto em ambientes onde haja muita rotatividade de pessoas, sendo o mínimo de 17 m³/h.pessoa e as seguintes condições gerais:

- " O sistema de ar condicionado controla a qualidade do ar interior por meio da renovação do ar exterior e pela filtragem de todo o ar insuflado;
- " A renovação reduz a concentração no ambiente de poluentes gasosos, biológicos e químicos, que não são retidos nos filtros;
- " A filtragem do ar tem como função reduzir a concentração no ambiente dos poluentes trazidos do ar exterior e os gerados internamente, os quais são transportados pelo ar recirculado, evitando sua acumulação no sistema;
- " O condicionamento de ar é um sistema, onde existe uma interação

constante das três zonas (primária, secundária e terciária), e para se garantir a qualidade do ar em ambientes de interiores, é preciso observar o sistema de condicionamento do ar de modo sistêmico e não de modo pontual.

” As atividades de manutenção em sistemas de condicionamento do ar são essenciais, visando à conservação e o rendimento dos equipamentos, mas também, o padrão higiênico mínimo nas instalações;

” Ventilação: A ABNT NBR 16401 estipula a vazão mínima de ar exterior de qualidade aceitável a ser suprida pelo sistema para promover a renovação do ar interior e manter a concentração dos poluentes no ar em nível aceitável. As vazões estipuladas são dimensionadas considerando os poluentes biológicos, físicos e químicos esperados nas condições normais de utilização e de ocupação dos locais;

As vazões de ar de ventilação estipuladas nesta Norma independem da capacidade ou do tipo de instalação.

Os efeitos da ventilação na qualidade do ar interior e na saúde dos humanos é um assunto muito complexo. Sabe-se que a ventilação é essencial para remover ou diluir, para uma concentração aceitável, os poluentes gerados no interior dos edifícios (SOBREIRA, 2015). Entretanto, visto que os valores limites não são conhecidos, é raro conseguir determinar as taxas de ventilação exatas baseado na concentração dos poluentes. Segundo Sobreira (2015), a escolha das taxas de ventilação é baseada na investigação epidemiológica, experiências laboratoriais e “in seu” e na experiência prática.

Diante de exposto, este trabalho objetivou avaliar os níveis de dióxido de carbono e temperatura em ambientes internos climatizados de salas de aula de uma escola pública da região metropolitana de Recife-PE, visando comparar com os níveis do ambiente externo, a fim de avaliar a viabilidade da renovação de ar no ambiente interno, em atendimento a resolução N° 9/2003 da ANVISA.

MATERIAL E MÉTODOS

Local de Estudo

Este estudo foi realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco – IFPE (8°03’S 34°53’W), localizado em Recife – PE. O clima na região é quente e úmido, do tipo intertropical, com temperaturas médias anuais de 25°C. Historicamente, o inverno inicia-se em março e termina em agosto. São duas estações climáticas definidas apenas pela quantidade pluviométrica, sem alteração significativa na temperatura, conforme Figura 1.

Procedimento Experimental

Os experimentos foram conduzidos nos meses de março, abril, maio, junho e julho de 2016, nos horários das 11:00 h às 21:20 h, em quatro salas de aulas, totalizando 28 observações. As salas de aula que foram utilizadas para medição dos níveis de CO₂ e de temperatura encontram-se no bloco F do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco- Campus Recife e possuem área de 64 m² (8 m de comprimento × 8m largura × 3,10 m de altura), todas com capacidade para 40 alunos. Nestas salas encontram-se instalados sistemas de ar condicionado tipo **Split System**, sem renovação de ar, distribuídos assim: salas F-03, F-21 e F-43 (dois aparelhos de ar condicionado tipo *split, system* modelo parede (Hi Wall de 30000 BTU/h), e a sala F-08 (um aparelho *split, system modelo Piso e Teto de 60000 BTU/h*).

Após a seleção das salas para o monitoramento, convencionou-se que o mesmo ocorreria ao menos uma vez por semana, com alternância entre os dias da semana e os períodos (matutino e vespertino), respeitando os horários das aulas para início e término do monitoramento (entre 15:00h e 21:30h)

Foram efetuadas as seguintes medições:

Medições internas com o ambiente sem ocupação, o ambiente externo e o ambiente interno com ocupação, para se poder analisar a variação de CO₂.

A Resolução nº 9 da ANVISA estabelece que em uma área construída de até 1.000 m², os pontos amostrais deverão ser distribuídos uniformemente e coletados com o amostrador localizado na altura de 1,5 m do piso, no centro do ambiente ou em zona ocupada. Como as salas monitoradas têm aproximadamente 64 m² de área, fixou-se um ponto amostral, evitando dificultar a visão dos alunos.

As medições dos níveis de CO₂ ([CO₂]_{int.}), temperatura interna (T_{int.}), e das salas de aula, foram realizadas com o auxílio de um analisador automático de CO₂, (Instrutherm, modelo ITMCO – CO₂), devidamente calibrado, o qual possibilitou a leitura direta mediante a utilização de sensor infravermelho não dispersivo.



Especificações do analisador ITMCO – Instrutherm :

- CO2: 0 ~ 9999 ppm (5001-9999 ppm de faixa de escala)

- CO: 0 ~ 1000 ppm
- Temperatura: -20 ~ 60 °C
- Umidade: 0,1% ~ 99,9% UR
- Ponto de Orvalho: -10,0 ~ 59,9 °C
- Bulbo úmido: -5,0 ~ 59,9 °C
- ppm: 1
- temperatura: 0,1 °C
- umidade relativa: 0,1%
- CO2: ± 30 ppm $\pm 5\%$ da leitura (0 a 5000 ppm)
- CO: ± 10 ppm para menos do que 100 ppm, $\pm 10\%$ ou leitura para 101 ~ 500 ppm, $\pm 20\%$ da leitura para 501 ppm
- Temperatura: $\pm 0,6$ °C
- Umidade relativa: $\pm 3\%$ (a 25 °C, 10 - 90% RH) $\pm 5\%$ (a 25 °C)
- CO2 <30 segundos (mudança de passo de 90%)
- CO <60 segundos (mudança de passo de 90%)
- Tair <2 minutos (mudança de passo de 90%)
- RH <10 minutos (mudança de passo de 90%) relé Sim

Dimensões: 205mm (L) x 70mm (W) x 56mm (H)

Condições de operação:

-20 ~ 50 °C (CO2 sensor); 0 ~ 50 °C (sensor de CO); -20 ~ 60 °C (parâmetros restantes)

Alimentação: 4 pilhas AA ou adaptador 9V

Peso:200g

MEDIÇÕES EFETUADAS:

HORA	CO2 Int. (ppm)	T.B.U. Int. (°C)	T.P.O. Int. (°C)	T.B.S. Int. (°C)	UR Int. (%)	Sala
14:30	493	21	19,30	26,60	65,70	F-08
19:23	497	24	22,20	27,20	72,60	F-03
14:25	526	22	20,20	26,60	66,70	F-08
19:00	482	24	23,20	27,10	78,30	F-03
19:06	490	23	21,40	26,20	72,40	F-08
12:35	493	24	23,10	27,00	78,20	F-03
13:00	566	25	23,90	27,50	80,50	F-21
13:10	553	23	20,30	28,90	61,50	F-43
20:40	546	24	22,30	28,20	70,10	F-21
14:25	498	25	23,90	28,50	75,20	F-08
18:55	597	16	11,90	21,50	52,40	F-21
19:10	598	21	18,90	26,60	62,20	F-08
	528,25	22,66	20,88	26,83	69,65	

Tabela 1: Medições do Ambiente Interno sem ocupação:

CO2 EXT. (ppm)	T.B.U. Ext. (°C)	T.P.O. Ext. (°C)	T.B.S. Ext. (°C)	UR Ext. (%)	Sala
488	25,60	24,60	28,80	76,90	F-08
541	25,70	24,40	29,20	75,50	F-08
473	25,20	23,90	28,90	73,90	F-03
470	25,30	22,10	33,30	73,70	F-08
473	25,50	24,20	29,40	73,30	F-08
495	24,50	23,40	27,50	78,40	F-08
515	25,40	24,80	27,10	85,70	F-03
812	24,10	23,40	27,30	79,00	F-43
523	24,30	23,30	27,20	79,50	F-08
557	23,90	22,30	26,80	77,60	F-08
543	24,40	23,30	27,50	77,20	F-08
472	24,20	22,80	27,90	74,30	F-21
521	25,10	24,40	27,10	86,90	F-08
489	24,80	23,90	27,30	81,70	F-08
469	25,30	23,70	29,70	71,80	F-03
520	25,50	24,90	27,30	87,20	F-03
562	25,00	24,60	26,10	94,50	F-21
484	25,10	23,30	29,60	70,10	F-03
491	25,00	24,20	27,60	83,80	F-03
556	24,30	22,70	28,80	70,40	F-43
543	24,80	23,80	27,50	80,20	F-08
494	25,50	24,40	28,80	70,80	F-08
492	25,20	24,50	27,30	83,90	F-08
649	23,90	22,60	27,30	76,10	F-43
500	24,50	23,20	28,10	75,60	F-03
480	24,90	24,10	27,30	81,40	F-08
535	24,30	23,80	25,60	91,30	F-08
523,96	24,86	23,73	28,01	78,91	

Tabela 2 : Medições do Ambiente Externo

Nº ALUNOS	CO2 INT. (ppm)	LIMITE MAX CO2 (ppm)	MÉDIA CO2 INT. (ppm)	T.B.U. Int. (°C)	T.P.O. Int. (°C)	T.B.S.Int. (°C)	T.B.S. Mín. (°C)	T.B.S. Máx. (°C)	T.B.S. Média (°C)	UR Intt. (%)	UR Máx. (%)	UR Mín. (%)	UR Média (%)	Sala
20	1.725,00	1.000,00	1.734,82	16,30	10,20	25,70	22,00	26,00	24,00	36,20	60,00	40,00	50,00	F-08
19	1.896,00	1.000,00	1.734,82	16,10	10,30	24,90	22,00	26,00	24,00	40,00	60,00	40,00	50,00	F-08
24	1.619,00	1.000,00	1.734,82	19,30	15,70	25,90	22,00	26,00	24,00	54,70	60,00	40,00	50,00	F-03
24	1.805,00	1.000,00	1.734,82	22,40	20,40	27,20	22,00	26,00	24,00	67,00	60,00	40,00	50,00	F-03
15	709,00	1.000,00	1.734,82	20,90	16,20	30,30	22,00	26,00	24,00	42,90	60,00	40,00	50,00	F-08
14	1.294,00	1.000,00	1.734,82	17,80	13,60	25,40	22,00	26,00	24,00	47,90	60,00	40,00	50,00	F-08
30	1.556,00	1.000,00	1.734,82	17,80	13,60	25,40	22,00	26,00	24,00	47,90	60,00	40,00	50,00	F-08
12	912,00	1.000,00	1.734,82	16,30	12,10	23,20	22,00	26,00	24,00	49,50	60,00	40,00	50,00	F-03
25	3.169,00	1.000,00	1.734,82	18,00	13,60	25,70	22,00	26,00	24,00	47,20	60,00	40,00	50,00	F-43
32	1.211,00	1.000,00	1.734,82	20,20	17,10	26,80	22,00	26,00	24,00	55,40	60,00	40,00	50,00	F-08
17	1.513,00	1.000,00	1.734,82	19,80	17,00	25,40	22,00	26,00	24,00	60,00	60,00	40,00	50,00	F-08
32	1.628,00	1.000,00	1.734,82	17,40	13,10	24,90	22,00	26,00	24,00	48,10	60,00	40,00	50,00	F-08
17	2.017,00	1.000,00	1.734,82	21,40	19,30	26,10	22,00	26,00	24,00	66,90	60,00	40,00	50,00	F-08
29	2.291,00	1.000,00	1.734,82	20,10	16,70	26,80	22,00	26,00	24,00	53,90	60,00	40,00	50,00	F-21
28	1.396,00	1.000,00	1.734,82	18,90	15,40	25,70	22,00	26,00	24,00	52,60	60,00	40,00	50,00	F-08
16	1.472,00	1.000,00	1.734,82	16,90	12,80	23,40	22,00	26,00	24,00	52,40	60,00	40,00	50,00	F-08
22	1.668,00	1.000,00	1.734,82	18,80	16,20	23,90	22,00	26,00	24,00	60,40	60,00	40,00	50,00	F-03
29	1.782,00	1.000,00	1.734,82	15,40	11,80	21,40	22,00	26,00	24,00	54,10	60,00	40,00	50,00	F-21
23	1.754,00	1.000,00	1.734,82	20,50	17,30	27,30	22,00	26,00	24,00	54,10	60,00	40,00	50,00	F-43
20	2.112,00	1.000,00	1.734,82	16,30	11,80	23,70	22,00	26,00	24,00	48,40	60,00	40,00	50,00	F-03
26	2.745,00	1.000,00	1.734,82	19,90	16,60	26,30	22,00	26,00	24,00	55,60	60,00	40,00	50,00	F-08
28	1.881,00	1.000,00	1.734,82	20,80	18,10	26,60	22,00	26,00	24,00	59,40	60,00	40,00	50,00	F-08
13	1.932,00	1.000,00	1.734,82	19,70	17,20	24,80	22,00	26,00	24,00	62,80	60,00	40,00	50,00	F-08
14	1.196,00	1.000,00	1.734,82	16,80	12,10	24,60	22,00	26,00	24,00	45,80	60,00	40,00	50,00	F-03
23	1.456,00	1.000,00	1.734,82	17,60	13,20	25,30	22,00	26,00	24,00	46,90	60,00	40,00	50,00	F-43
27	1.197,00	1.000,00	1.734,82	17,50	14,10	23,50	22,00	26,00	24,00	55,00	60,00	40,00	50,00	F-08
16	2.181,00	1.000,00	1.734,82	20,10	18,10	25,40	22,00	26,00	24,00	62,30	60,00	40,00	50,00	F-08
16	2.458,00	1.000,00	1.734,82	21,10	19,00	25,60	22,00	26,00	24,00	67,90	60,00	40,00	50,00	F-08
22	1734,82			18,72	15,09	25,4				53,40				

Tabela 3 - Medições do Ambiente Interno com ocupação

Utilizando o programa SPSS STATISTICS da IBM , encontramos

OBS.: O teste de t deve ser usado na comparação de médias, ou contrastes de médias. No caso de comparar duas médias pelo teste de t, há duas situações a serem consideradas:

A)- Amostras não pareadas

B)- Amostras pareadas.

Na amostra não pareada além da fonte de variação considerada, podem existir outras.

Nas amostras pareadas a única fonte de variação existente deve ser a estudada. No nosso caso o índice de dióxido de carbono (CO₂) interno, e o número de alunos.

t-Test

Estadística Pareado Simples

	Media	N	Desvio Padrão	Média do Desvio Padrão
Par 1 Alunos	21,8276	29	6,05374	1,12415
CO2	1734,8276	29	520,10240	96,58059

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
Alunos	21,8276	6,05374	29
CO2	1734,8276	520,10240	29

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 Alunos & CO2	29	,172	,373

Correlations

	Alunos	CO2
Alunos Pearson Correlation	1	,172
Sig. (2-tailed)		,373
N	29	29
CO2 Pearson Correlation	,172	1
Sig. (2-tailed)	,373	
N	29	29

Correlations^a

		CO2	Alunos
CO2	Pearson Correlation	1	,172
	Sig. (1-tailed)		,186
	Sum of Squares and Cross-products	7574182,138	15146,138
	Covariance	270506,505	540,933
Alunos	Pearson Correlation	,172	1
	Sig. (1-tailed)	,186	
	Sum of Squares and Cross-products	15146,138	1026,138
	Covariance	540,933	36,648

a. Listwise N=29

Assim, através da aplicação da equação, tem-se o exemplo:

$[CO_2]$ na sala em PPM = $(36,648 \times \text{média do N}^\circ \text{ de Alunos}) + 1.026,138 =$ PPM na sala de aula

Exemplo: Nas medições efetuadas, nas salas de aula com ocupação encontramos um valor médio de CO_2 interno de 1.734,82 ppm e uma média de 22 alunos.

Efetuando os cálculos teremos:

$$PPM_{\text{interno}} = (36,648 \times 22) + 1.026,138 = 1.832,394 \text{ PPM}$$

Valor próximo da média, que foi de 1.734,82 ppm, e dentro do limite encontrado.

Como as salas foram projetadas e dimensionadas para 40 alunos, utilizando a equação teremos:

$$PPM_{\text{interno}} = (36,648 \times 40) + 1.026,138 = 2.492,058$$

Consequência do aumento dos níveis de CO₂

QUANTIDADE DE CO ₂	NÍVEL TOXICOLÓGICO
360 ppm	Nível normal de CO ₂
1.000 ppm	Exposição prolongada pode afetar a concentração
5.000 ppm	Limite internacional normal/seguro
10.000 ppm	Seu ritmo de respiração aumenta, mas provavelmente você não percebe
15.000 ppm	Limite de exposição normal a curto prazo
20.000 ppm	Você começa a respirar 50% acima da taxa normal. Se você ficar exposto a esses níveis muitas horas, você poderá ficar cansado e terá dor de cabeça
30.000 ppm	Você respirará 2 vezes acima do normal, poderá se sentir um pouco vertiginoso, suas batidas do coração e a pressão arterial aumentarão, e as dores de cabeça serão mais frequentes. Até mesmo sua audição poderá ser prejudicada
40.000 ppm a 50.000 ppm	Agora o efeito do CO ₂ poderá ser realmente prejudicial. Sua respiração estará mais rápida, em torno de 4 vezes mais do que o normal e, depois de apenas 30 minutos a este nível, você apresentará sinais de envenenamento e sufocamento.
50.000 ppm a 100.000 ppm	Você se cansará depressa, terá respiração intensa, dores de cabeça, bem como visão prejudicada. Provavelmente em poucos minutos você estará confuso e seguido de inconsciência
100.000 ppm a 1.000.000 ppm	A inconsciência ocorrerá mais depressa quanto mais alta for a concentração. Quanto mais alto o tempo de exposição e o nível de gás carbono, mais depressa ocorrerá a asfixia

Fonte: Organização Mundial de Saúde (OMS 1988)

A norma ASHRAE 62.1, propõe um cálculo para a concentração máxima de um ambiente, que depende do nível de atividade dos ocupantes, relativo a concentração de dióxido de carbono do ar externo:

$$C_s - C_o = N / V$$

Onde:

C_s = concentração de CO₂ no ambiente interno

C_o = concentração de CO₂ no ambiente externo

N = taxa de produção de CO₂ por pessoa

V_o = vazão de ar externo por pessoa

Para a atividade típica de sala de aula de 1,2 m, a taxa de produção de CO₂ por pessoa é de 0,31 L/min. Considerando a renovação de ar necessária por pessoa de 7,5 L/s (27 m³/h. pessoa- Padrão da ANVISA e da ABNT- NBR 16401), tem-se:

$$C_s - C_o = 0,31 / 7,5 \times 60 = 0,000689 \text{ de CO}_2/\text{l de ar}$$

Este resultado corresponde a 689 ppm.

Utilizando a concentração de 383 ppm para CO₂, o ar interior deve possuir uma concentração máxima de 1072 ppm, valor próximo do limite de 1000 ppm proposto pela Resolução nº 9 da ANVISA.

Exemplo: Para o cálculo da ASHRAE, teremos como valor máximo permitido

de CO₂ nas salas de aula F-03, F-08, F-21 e F-43 do Bloco F do IFPE , o seguinte:

Dados:

Concentração de CO₂ no ambiente externo indicou um valor médio de 523,96 ppm, logo teremos:

$$C_s = C_o + N / V = 523,96 + 689 = 1.212,96 \text{ ppm}$$

Para as condições descritas acima, pela fórmula de cálculo da ASHRAE, teríamos um limite máximo admissível de Dióxido de Carbono na sala de aula de 1.212,96 PPM, valor acima do permitido pela Resolução N° 9 da ANVISA, que é de 1.000 ppm.

A ASHRAE 62.1 estipula que uma concentração máxima de 5000 ppm de CO₂ em ambientes industriais e de 3500 para residências.

A RN-02 da ABRAVA (Associação Brasileira de Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento) - Recomendação Normativa para sistemas de condicionamento de ar e ventilação para conforto e qualidade do ar interior - estabelece uma concentração máxima baseada na ASHRAE 62.1, de 700 PPM acrescida da concentração de ar externo de CO₂, que pode variar de 350 ppm a 500ppm. Sendo assim, recomenda uma concentração interna de 1050 ppm a 1200 ppm, estabelecendo um máximo de 3500 ppm. Mesmo assim, sugere-se evitar concentrações acima de 1500 a 2000 ppm, pois pode causar sonolência e redução da produtividade.

O ISAIQ – CIB TG42 estipula uma concentração máxima de dióxido de carbono que deve ser usada como referência de projeto para ambientes de salas de aula, que varia de 600 a 800 ppm e cita q ocupação, ventilação e concentração externa de poluentes. De qualquer forma, usando como referência o estado estacionário, recomenda-se a utilização do valor de 0,00567 L/s de dióxido de carbono produzido por ocupante de uma sala de aula, níveis de CO₂ ([CO₂]_{ext.}) e temperatura externa (T_{ext.}) das salas de aula também foram monitorados, de forma a termos dados externos aos encontrados nos ambientes internos.

As medições internas com ocupação, foram realizadas no centro da sala, em um horário que represente a metade do horário da aula, por ser um período mais representativo no que se refere aos ocupantes do recinto e condições de equilíbrio nos níveis de dióxido de carbono interno. As medições externas foram realizadas imediatamente após as medições internas, próximo da possível tomada de ar exterior. As medições foram registradas em planilha Excel®, considerando o dia, hora, mês, ano, quantidade de pessoas na sala e valores indicados pelo instrumento para plotagem dos dados (Tabela).

ANÁLISE DOS DADOS

Para verificar se as variáveis estão agrupadas em função das concentrações de CO₂ no interior da sala, estas foram comparadas através da análise de agrupamento quantitativa utilizando “Cluster Analysis”, utilizando a distância euclidiana como mensuradora de distância.

Também foi utilizada a correlação de Pearson para analisar a significância na correlação entre as variáveis ambientais. A classificação de “r” foi baseada em seus valores, sendo de 0,0 a 0,2 dado como correlação nula, 0,21 a 0,40 como correlação fraca, 0,41 a 0,70 como correlação substancial, 0,71 a 0,90 como correlação forte, e 0,91 a 1,0 como correlações extremamente fortes (Rodrigues, 2006).

Em ambos os estudos, o pacote estatístico do SPSS® foi utilizado. Para efeito de cálculo foi tomada um nível de confiança de 95 % e $p < 0,01$.

As melhores correlações forneceram equações matemáticas as quais foram usadas como “modelo previsor” da taxa de ocupação das salas de aula e os níveis de CO₂ interno a fim de estimar anomalias de desconforto ambiental (após serem submetidos ao teste t-Student).

Devido à oscilação dos dados a serem tratados, estes foram apresentados em gráficos do tipo box, pois auxiliam na visualização de uma distribuição assimétrica. Nestes são apresentados o intervalo dos 50% de valores a amplitude e os valores anômalos, fornecendo informações sobre a dispersão das medidas, além de detectar com precisão a presença de pontos extremos e valores denominados “outliers” (“atípicos”). Box-plot (ou gráfico de caixa) é indicado quando há presente centrais de um rol de dados, a mediana.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dada à crescente permanência da população em espaços confinados, tem-se procurado estabelecer um equilíbrio entre o conforto, a eficiência energética e a proteção da saúde dos ocupantes, que segundo Neto (2015) depende, em larga escala, das taxas de renovação do ar nesses ambientes. Sobre essa inferência, a RE 09/2003 da ANVISA recomenda que a temperatura em ambiente interno no inverno, esteja compreendida na faixa entre 20°C a 22°C.

A Figuras 2 e 3 apresentam os valores médios para temperatura interna e Umidade Relativa do Ar interno, monitorados nas salas F-03, F-08, F-21 e F-43, respectivamente. Percebe-se que as temperaturas encontradas em cada sala se encontram acima da faixa estabelecida.

Observando a Figura 2 e 3 e Tabela 1, verificou-se que as salas e em várias datas foram obtidos valores que extrapolaram a faixa limítrofe para temperatura e umidade relativa.

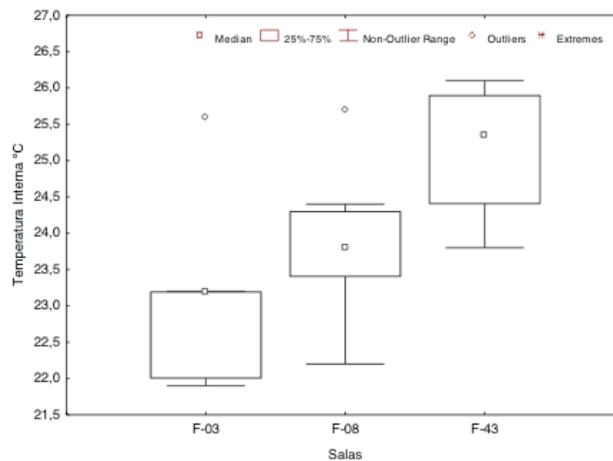


Figura 2: Temperaturas internas das salas de aula.

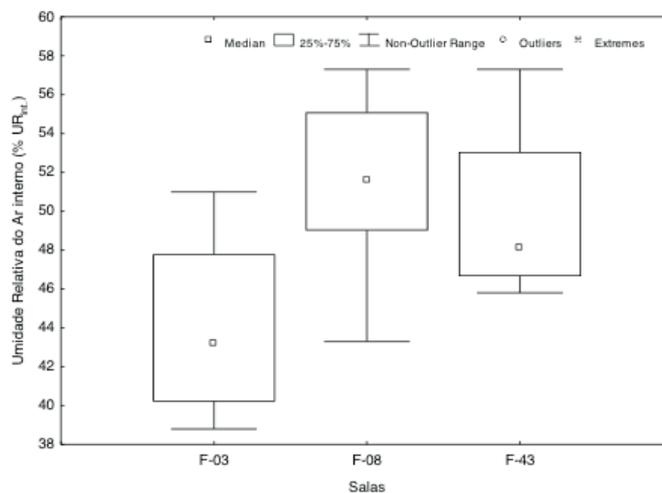
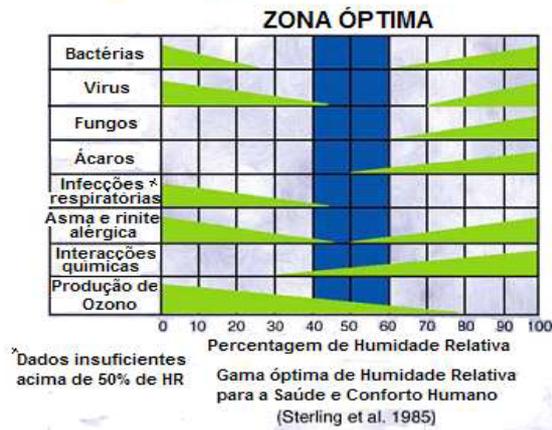


Figura 3: Umidade Relativa do Ar Interno das salas de aula.

Embora a norma da ANVISA seja para ambientes climatizados artificialmente, de acordo com Voltani (2009) em quaisquer ambientes internos, a umidade superior a 65% pode favorecer a proliferação de micro organismos alergênicos ou patogênicos, enquanto níveis abaixo de 30% contribuem para a irritação das mucosas nasais, contribuindo para o surgimento de alergias e infecções. Mesmo os valores de temperatura e umidade terem ultrapassado os limites estabelecidos, apenas com essas informações não se pode inferir sobre a exposição de alunos e professores a situações de desconforto térmico, pois é muito difícil descrever condições ambientais que proporcionem sensação de conforto, mais há condições que o fazem a maioria das pessoas.

6 - HUMIDADE RELATIVA



Para entrar neste mérito de conforto humano, incidindo sobre os dados obtidos de temperatura e umidade, pode-se fazer uso do Diagrama do Conforto Humano, preparado pela WMO (World Meteorological Organization) e veiculado pelo INMET (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, 2011), apresentado na Figura 4, sobre o qual os dados internos de temperatura e umidade foram plotados como pares ordenados para verificar em quais amostragens ocorreram situações de desconforto nas salas de aula.

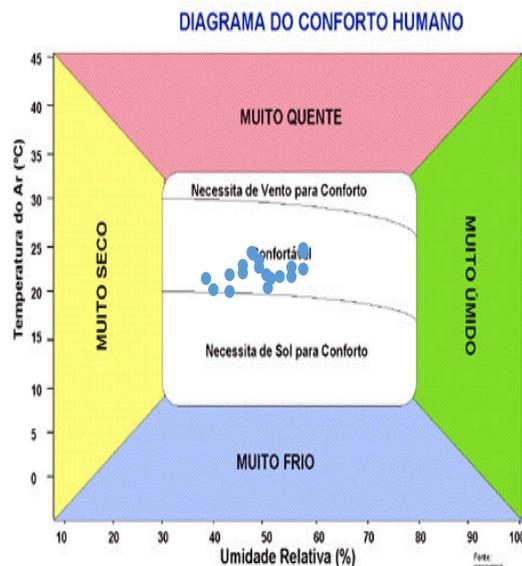


Figura 4: Diagrama do conforto Humano Temperaturas internas das salas de aula.

As medições de temperatura interna com ocupação no recinto, indicam que estão em uma região de conforto ambiental, ou seja, entre $+22^{\circ}\text{C}$ e $+26^{\circ}\text{C}$ (média de $25,4^{\circ}\text{C}$) como também a umidade relativa do ar entre 40% e 60% (média de 53,4%). Durante as amostragens, os níveis de CO_2 oscilaram muito, optando-se representá-los em gráfico do tipo boxplot, conforme Figura para as salas F-03, F-08, F-21 e F-43, respectivamente, onde na parte inferior do gráfico estão dispostas as concentrações

externas e na superior as internas.

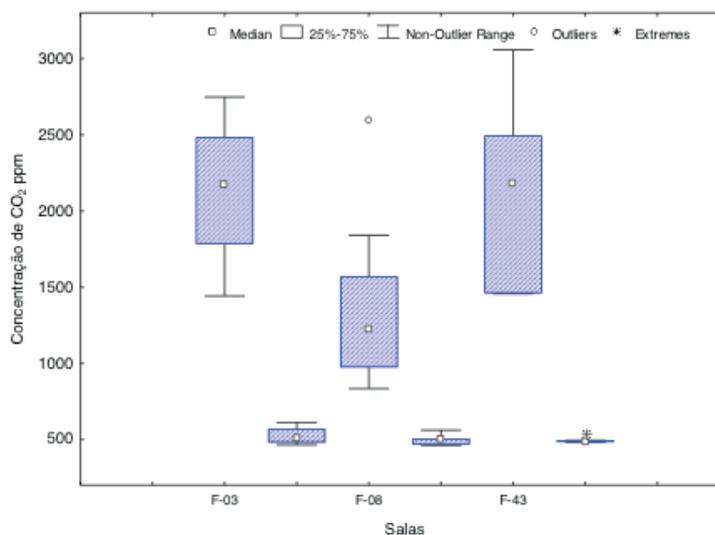


Figura 5: Níveis de CO₂ internos e externos (ppm) das salas de aula.

Sobre os níveis internos e externos de CO₂, a RN 02/2003 da Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento (ABRAVA) expõe que a concentração média de CO₂ no ar exterior é de 350 ppm, podendo alcançar 500 ppm em áreas urbanas de tráfego muito intenso de veículos, como é o caso da Av. Prof. Luis Freire, onde localiza-se o IFPE, por onde circulam mais de 1.000 veículos por dia. Na Tabela 2 é possível verificar valores de CO₂ acima de 500 ppm que é um indício do grande fluxo de veículos na região da escola, onde inclusive há pontos de ônibus na Avenida, em frente ao Instituto, que também fica próximo a uma rodovia Federal (BR-101).

As maiores diferenças entre as concentrações interna e externa de CO₂ foram observadas nos dias 31/08/15, 02/09/15 e 03/09/15, com níveis variando de 2088 a 2283 ppm, muito superior aos 700 ppm recomendado como limite para esta diferença pela ABRAVA. Quanto aos níveis médios internos de CO₂, 73,5% das amostras ultrapassaram os limites propostos pela ANVISA (1000 ppm) e pela ABRAVA (3500 ppm).

O dendograma mostrando a similaridade das concentrações internas de CO₂ encontra-se na Figura 6.

Analisando o Dendograma (Figura 6), verificamos que existe uma correlação entre o primeiro grupo de variáveis 1 (2, 3, 13, 1, 12) com as variáveis 2 (7,19,14,16,4,17). Pela análise de agrupamento eles se correlacionam entre os valores médios do que foi identificado como os menores níveis de CO₂ interno encontrados (entre 834 e 972 ppm) e o valor médio encontrado nas amostras (entre 1.442 e 1.523 ppm).

Os grupos das variáveis 3 (6, 18, 15, 5) e 4 (8, 10, 11, 9) se agrupam pelos

maiores valores das amostras, sendo identificado nas amostras 3, os limites mínimos dos valores máximos (entre 1.841 ppm e 2.221 ppm) e os valores máximos encontrado (entre 1.754 e 3.169 ppm).

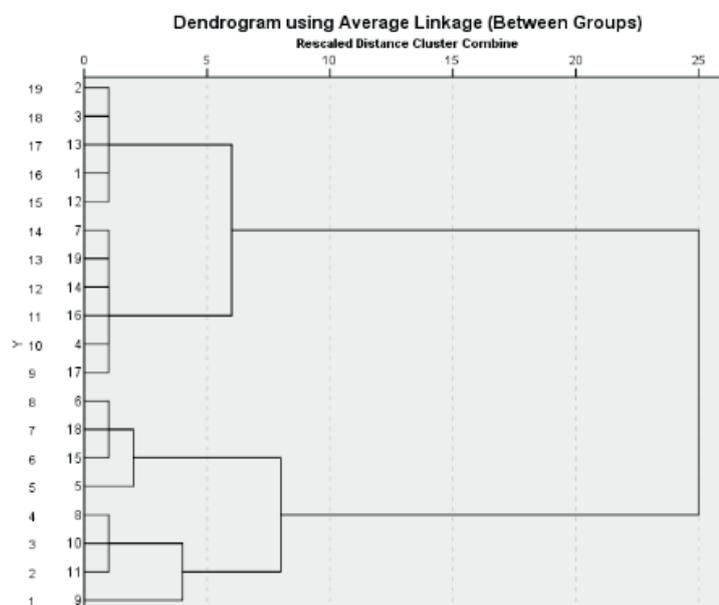


Figura 6: Dendrograma comparando as concentrações internas de CO₂.

Os grupos foram separados, como: Grupo A, onde são observadas concentrações internas de CO₂ de até 1.523 ppm (igual ou menor) e Grupo B, onde as concentrações internas de CO₂ encontram-se acima de 1.523 ppm.

A correlação entre as concentrações internas de CO₂ e as variáveis estudadas estão apresentadas na Tabela 2.

Correlação entre as variáveis

A concentração interna de Dióxido de Carbono ([CO₂]_{int.}) nas salas de aula correlacionou-se positiva e substancialmente com o N^o de alunos em sala de aula (0,172), porém apresentou correlação negativa e fraca com a UR% interna do ar (-0,025), e nula com a Temperatura interna (0,029) das salas de aula e a [CO₂]_{ext.} (0,023).

Sobre essa relação entre a concentração interna de Dióxido de Carbono ([CO₂]_{int.}) o N^o de alunos em sala de aula, Quadros (2009) mostra claramente em sua pesquisa que há uma relação linear direta entre o nível de dióxido de carbono com o grau de ocupação (N^o de pessoas) dos ambientes.

Outros estudos como o desenvolvido por Olesen (2015) do Centro Internacional para o Ambiente Interno e Energia, da Universidade Técnica da Dinamarca, revelaram que a taxa de renovação do ar interno em salas de aulas climatizadas sem renovação de ar, influencia no desempenho escolar de crianças.

A falta de renovação de ar impacta diretamente na qualidade do ar de

ambientes internos, elevando a contaminação de gases e partículas no local. Estudos Internacionais apontam que uma má qualidade do ar interno reduz em até 15% a capacidade de aprendizado dos alunos (Olesen, 2015). Isso significa o que um aluno poderia aprender em seis anos, leva sete anos em ambientes com baixa qualidade do ar interno. Além disso, diversas doenças são transmitidas pelo ar, caso comum são as viroses, causando afastamento de alunos e professores das salas de aula.

O sistema Split convencional não tem em seu projeto a previsão de uma renovação de ar para o ambiente, deixando a sala de aula com temperatura agradável, porém com ar saturado. A Resolução N° 9 da ANVISA determina uma taxa de renovação de ar de 27 m³/h/pessoa, se comparamos as unidades teremos:

$$3 \text{ litros / seg. / pessoa} = 10,8 \text{ m}^3 / \text{h} / \text{pessoa}$$

$$7,5 \text{ litros / seg. / pessoa} = 27 \text{ m}^3 / \text{h} / \text{pessoa}$$

$$10 \text{ litros / seg. / pessoa} = 36 \text{ m}^3 / \text{h} / \text{pessoa}$$

Como se tratam de amostras de pequeno tamanho ($N < 30$), o teste de significância de t-Student foi usado nesse trabalho para considerar significativas ou não, as melhores correlações as quais posteriormente foram apontadas como previsoras através de suas equações. Assim, foi conduzido o teste t de Student para amostra em par a fim de saber a diferença entre as médias (concentração interna de Dióxido de Carbono ($[\text{CO}_2]_{\text{int.}}$) e o N° de alunos em sala de aula). O Coeficiente de Correlação Simples Pareada menor que $\leq 0,7$ indica inadequação do Método de Agrupamento (Rohlf, 1970), como verificamos o valor de 0,172 entre o PPM interno e o NAlunos, estes valores se igualam, chegamos a conclusão que existe correlação entre eles.

	$[\text{CO}_2]_{\text{int.}}$ (ppm)	N° alunos	Temp. _{int.} (°C)	UR _{int.} (%)	CO ₂ ext. (ppm)
$[\text{CO}_2]_{\text{int.}}$ (ppm)	1	0,172**	-0,008	0,280	0,023
N° alunos	0,172**	1	0,045	-0,025	-0,044
Temp. _{int.} (°C)	0,280	0,017	1	0,850	-0,009
UR _{int.} (%)	0,220	0,036	0,533	1	-0,004
CO ₂ ext. (ppm)	0,023	-0,044	-0,009	-0,004	1

Como temos as medições da Qualidade do Ar no ambiente climatizado, comparativamente com o ambiente externo, onde analisamos as variáveis de Número de Alunos, CO₂, TPO, TBU, TBS e UR, então existe a necessidade de verificarmos a relação entre eles.

A forma de análise será através da estatística, conforme segue abaixo:

		Alunos	CO2
Alunos	Pearson Correlation	1	,172
	Sig. (2-tailed)		,373
	N	29	29
CO2	Pearson Correlation	,172	1
	Sig. (2-tailed)	,373	
	N	29	29

Correlations

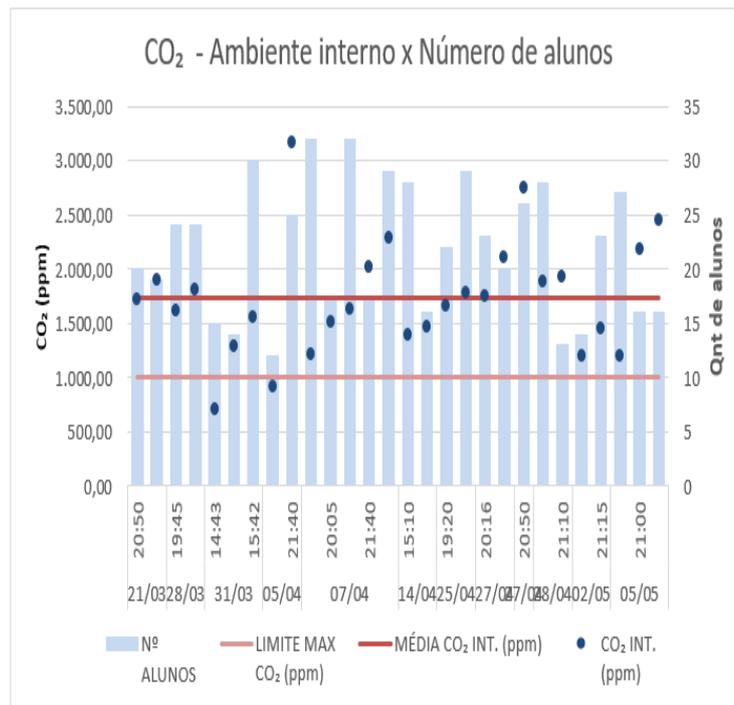
		Alunos	CO2	TBS	UR	TBU	TPO
Alunos	Pearson Correlation	1	,172	,045	-,025	,036	,031
	Sig. (2-tailed)		,373	,817	,900	,855	,874
	N	29	29	29	29	29	29
CO2	Pearson Correlation	,172	1	-,008	,280	,220	,189
	Sig. (2-tailed)	,373		,968	,142	,251	,326
	N	29	29	29	29	29	29
TBS	Pearson Correlation	,045	-,008	1	,017	,533**	,728**
	Sig. (2-tailed)	,817	,968		,932	,003	,000
	N	29	29	29	29	29	29
UR	Pearson Correlation	-,025	,280	,017	1	,850**	,695**
	Sig. (2-tailed)	,900	,142	,932		,000	,000
	N	29	29	29	29	29	29
TBU	Pearson Correlation	,036	,220	,533**	,850**	1	,966**
	Sig. (2-tailed)	,855	,251	,003	,000		,000
	N	29	29	29	29	29	29
TPO	Pearson Correlation	,031	,189	,728**	,695**	,966**	1
	Sig. (2-tailed)	,874	,326	,000	,000	,000	
	N	29	29	29	29	29	29

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Pela análise de Correlação de Pearson, existe Correlação entre o PPM interno e o Numero de Alunos, porque os valores se igualam a 0,172 , não existindo correlação entre as demais variáveis, Temperatura da Sala (TBS), Umidade Relativa da sala (UR), Temperatura de Bulbo Úmido (TBU) e a Temperatura de Ponto de Orvalho (TPO).

CONCLUSÕES

A Resolução nº 9 da ANVISA (2003), ao considerar a concentração de CO₂ máxima de 1.000 PPM sem considerar as outras variáveis ambientais, desclassificou 92,86% das amostras, pois encontram-se fora do limite estabelecido pela ANVISA, só aprovando 7,14% das amostras, conforme podemos comprovar no gráfico abaixo:



Foi encontrado alta concentração de dióxido de carbono nas salas de aula. Um dos fatores que justifica tal resultado é o fato de se utilizar um sistema de ar condicionado do tipo Split System sem renovação de ar.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 16401: Instalações de ar condicionado – Sistemas centrais e unitários**. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

BRASIL. **Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 3 de 28 de junho de 1990**. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1990.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução RE nº 9, de 16 de janeiro de 2003**. Determina a publicação de Orientação Técnica elaborada por Grupo Técnico Assessor, sobre Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior, em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2003. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/resol/2000/176_00.htm>.

_____. Ministério da Saúde. **Portaria nº 3523 de 28 de agosto de 1998**. Aprova regulamento Técnico contendo medidas básicas referentes aos procedimentos de verificação visual do estado de limpeza, remoção de sujidades por métodos físicos e manutenção do estado de integridade e eficiência de todos os componentes dos sistemas de climatização, para garantir a Qualidade do Ar de Interiores e prevenção de riscos à saúde dos ocupantes de ambientes climatizados. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1998. Disponível em: <http://anvisa.gov.br/legis/portarias/3523_98.htm>.

Martins, P.F.F., Da Silva, R., De Lima, L.S., Borba, P.A., Parente, A.H Avaliação da qualidade do ar interno de ambientes climatizados das bibliotecas públicas do IFPE e UFPE. Revista Cientec, nº 2, 2014, p. 50-61.

FERREIRA, A. M. da C.; CARDOSO, M. **Qualidade do ar interno e saúde em escolas**. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, v. 40, n. 3, p. 259-268, 2014.

LIMA, F. M. de A.; DE MESQUITA MORORÓ, M. S. **Avaliação da salubridade em espaços internos climatizados na cidade de Fortaleza, para a promoção de edificações saudáveis.** In: V ENCONTRO NACIONAL E III ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 2009, Recife. **Anais...** Recife: UFPe, 2009.

NETO, M. F. N. **Qualidade do ar interior e os requisitos de ar novo numa unidade hospitalar.** Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão Ambiental) – Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2015.

ONÇA, D. de S.; FELICIO, R. A. **Dióxido de carbono: gás da vida ou poluente atmosférico?** Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 7, n. 8, 2011. ISSN 1980-0827.

PLIMER, I. **Heaven and Earth: Global Warming – The Missing Science.** Maryland: Taylor Trade Publishing, 2009. ISBN-10: 1589794729

QUADROS, M. E.; LISBOA, H de M.; VETÚRIA, L. de O.; SCHIRMER, W. N. **Qualidade do ar em ambientes internos hospitalares: estudo de caso e análise crítica dos padrões atuais.** Eng. Sanit Ambient, v. 14, n. 3, p. 431- 438, 2009.

QUADROS, M. E.; LISBOA, H. de M.; VETÚRIA, L. de O.; SCHIRMER, W. N. **Qualidade do ar interno em ambientes hospitalares.** Fortaleza: Revista Tecnologia, v. 30, n. 1, p. 38-52, 2009.

SCHIRMER, W. N.; PIAN, L. B.; SZYMANSKI, M. S. E.; GAUER, M. A. **A poluição do ar em ambientes internos e a síndrome dos edifícios doentes.** Ciência & Saúde Coletiva, v. 16, n. 8, p. 3583-3590, 2011.

SCHOSSLER, I. D. S. **Avaliação da qualidade do ar interior em função das características de ventilação das edificações.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Centro Universitário Univates, Lajeado, 2014. Disponível em: < <https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/655/1/2014IsmaeldaSilvaSchossler.pdf> >.

SOBREIRA, C. D. de B. **Avaliação do desempenho da ventilação natural em lares de idosos.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2015.

SUZUKI, E. H. **Avaliação do conforto térmico e do nível de CO₂ em edifícios de escritório com climatização artificial na cidade de São Paulo.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

OLESEN, B. W.; PARSONS, K. C. **Introduction to thermal comfort standards and to the proposed new version of EN ISO 7730.** Energy and Buildings, nº 34, 2002, p. 537 - 548

ISAIQ-CIB TG 42 **Performance criteria of buildings for health and comfort**, CIB, nº 292, 2004, 68 p Disponível em : <http://WWW.isiaq.org/publications/TG42-report.pdf>.

CAZORLA, Irene M. **Curso de Pacotes Estatísticos.** UESC. Ilheus. Ago 2003.

FERREIRA, Armando M. **SPSS – Manual de Utilização.** Escola Superior Agrária de Castelo Branco. 1999.

PEREIRA, Alexandre. **Guia Prático de Utilização do SPSS. Análise de dados para Ciências Sociais e Psicologia.** 4ª ed. Edições Silabo. Lisboa. Mar 2003.

SANTANA, Cora. LISBOA, Graça. **Manual Básico do SPSS para Windows.** CPD/ UFBA.

SPSS Inc. **Statistical Analysis Using SPSS.** Chicago. 2001.

ESTUDO DE CASO DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL NAS INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS DO MATO GROSSO, NO PERÍODO DE 2004 A 2017

Data de aceite: 21/11/2019

Ana Paula de Moraes Campos Teixeira

Mestre em Ciências Ambientais e Sustentabilidade
Agropecuária, FAUC; FAUSB, Cuiabá
paulacampos.adm@hotmail.com.

Fabiana Pereira de Sousa

Doutora em Química pela Universidade Federal
de Minas Gerais. fabisousa2009@gmail.com.

Marney Pascoli Cereda

Professor Titular Emérito da Faculdade de
Ciências Agronômicas da UNESP de Botucatu, SP
mpcereda@gmail.com.

RESUMO: As questões ambientais e a necessidade de diversificação da matriz energética estimularam globalmente o uso de biocombustíveis. A resposta brasileira foi o lançamento, em 2004, de programa do governo para fomentar o biodiesel, com foco no agronegócio e na abordagem social. A porcentagem inicial de 2%, com meta de alcançar 10% em 2018, foi a forma de incentivo para implantação de usinas no país, ao mesmo tempo que proporcionava à agricultura familiar a opção de cultivo de oleaginosas não-comestíveis. O óleo de caroço de algodão e soja também eram previstos como matérias-primas para produção do biodiesel. Como maior produtor brasileiro de soja, o Mato Grosso

despontava em potencialidade para o biodiesel em razão de sua vocação em agronegócio, além de área agrícola e clima adequados, chegando a 28 usinas cadastradas em 2008. Neste mesmo ano deixaram de comercializar biodiesel 8 das 28 usinas implantadas. Das 20 restantes, apenas 9, com capacidades de 50 a 1000 m³/dia, continuavam funcionando em 2017, o que evidencia uma concentração setorial. Para atender a demanda nacional crescente de biodiesel, as usinas se beneficiaram da escala de produção e do uso do óleo de soja, o que fez com que se tornassem mais competitivas nos leilões organizados pela Agência Nacional de Petróleo. Essa tendência foi também percebida em nível nacional, a partir dos mecanismos inseridos nas normas dos leilões, o que permitiu ao óleo de soja dominar em 80% as demais matérias-primas no período estudado e reduziu o efeito do Selo de Combustível Social.

PALAVRAS-CHAVE: Políticas públicas, Usinas, Custos, Processo, Mercado.

ABSTRACT: Environmental preoccupation and the need for diversification of the energy matrix have stimulated globally the use of biofuels. The Brazilian response was the release of a government program in 2004 to promote biodiesel, focusing on agribusiness and the social approach. The initial percentage of 2%, with a goal of reaching 10% in 2018, was the

incentive for the establishment of plants in all country, while giving small producers the option of growing non-edible oilseeds. Cottonseed and soybean oil were also provided as raw materials for biodiesel production. As the largest Brazilian producer of soybeans, the Brazilian State of Mato Grosso was emerging as potential for biodiesel due to its vocation in agribusiness, as well as adequate agricultural area and climate, reaching 28 plants registered in 2008. In this year, 8 out of 28 plants did not sold biodiesel. Of the remaining 20, only 9, with capacities from 50 to 1000 m³ / day, were still operating in 2017, which shows a sectoral concentration. To meet the growing national demand for biodiesel, the plants benefited from the scale of production and use of soybean oil, which made them more competitive at auctions organized by the Petroleum National Agency. This trend was also perceived at the national level, through the mechanisms included in the auction rules, which allowed soybean oil to dominate by 80% the other raw materials in the period studied and reduced the effect of the Social Fuel Seal.

KEYWORDS: Public policy; Industries; Costs; Process; Market.

INTRODUÇÃO

O uso direto de óleo em motores já havia sido comprovado em 1900 (SACHS, 2005), o que abriu caminho para os motores de ciclo Diesel, mas o biodiesel firmou-se no mercado quando os combustíveis renováveis foram valorizados, como complemento do óleo diesel, proveniente do petróleo.

No Brasil, assim como em outras partes do mundo, o uso de biodiesel teve início na Segunda Guerra Mundial, com as consequentes restrições de óleo diesel. A primeira patente brasileira de formulação de biodiesel foi registrada já no ano de 1980 por Expedito Parente, mas a primeira usina e posto revendedor no Brasil só foram inaugurados em 24 de março de 2005 em Belo Horizonte (FERREIRA; OLIVEIRA, 2010).

Para Quintella et al. (2009) o biodiesel é um biocombustível proveniente da transesterificação de óleos e gorduras de origem vegetal ou animal, com características similares ao diesel fóssil, que segundo HASAN; RAHMAN, (2017) ocorrem até o máximo de 30% da mistura. O biodiesel faz parte da matriz energética brasileira desde 2002, ano em que o governo permitiu a mistura de 2% deste ao diesel oriundo do petróleo (ANP, 2016).

O incentivo aos combustíveis alternativos, incluindo o biodiesel, sempre esteve ligada a redução da dependência dos combustíveis derivados de petróleo. Como resultado da política do Governo Federal, a partir do ano de 2003 o interesse de empresários pela da construção de usinas de biodiesel foi incentivado inicialmente com ênfase para as matérias-primas oleaginosas cultivadas nos assentamentos da reforma agrária (VULTOS, 2012), como forma de promover a inclusão social e desenvolvimento regional e utilizar as terras disponíveis, assim como o clima

favorável para o cultivo das matérias-primas (ANP, 2016).

A forma de implementar o programa de biodiesel no Brasil foi garantir o mercado, com porcentagens de substituição graduais e crescentes, amparadas por compra em sistema de leilões que permitiriam controlar a produção de matérias-primas ou de biodiesel, com controle do preço final. Ao mesmo tempo, as regras estipulam um prazo, após a venda no leilão, para a entrega parcelada da cota de biodiesel após concretizar a venda (BRASIL, 2016).

Proporcionar incentivos aos produtores rurais na produção de biodiesel não é exclusividade do Brasil. O relatório da Comissão Europeia (CE, 2011) enumera 19 países da União Europeia que também estabeleceram metas de misturas obrigatórias, dos quais 14 implantaram isenções tributárias. Espanha, Portugal e Letônia decretaram o uso obrigatório de mistura de biodiesel em óleo diesel apenas após 2008, mas o documento destacava que as maiores participações de biocombustíveis eram obtidas pelos países com metas de mistura obrigatória atrelados aos incentivos tributários, caso da Alemanha, Eslováquia e França. A situação nos Estados Unidos é bastante diferente, com produtores independentes e mais dispersos. O mesmo relatório cita em torno de 600 postos de combustíveis vendendo a mistura de 20% de biodiesel em diesel de petróleo (B20) nos Estados- Unidos.

Desde 2005 os Estados Unidos utiliza um incentivo denominado “Biodiesel Income Tax Credit” do governo federal aos agentes fornecedores de diesel, na etapa final de comercialização da cadeia, o qual garante US\$ 1/galão de biodiesel. Existem ainda incentivos estaduais, que diferem caso a caso (EIA, 2015).

Para manter o foco em agricultura familiar, com a produção em assentamentos rurais e venda para as empresas processadoras, a primeira matéria-prima divulgada pelo Governo Federal foi a mamona (*Ricinus communis*), mais adaptada às condições do Nordeste brasileiro. Entretanto, o óleo de mamona foi abandonado para essa finalidade por sua elevada viscosidade e por produzir um biodiesel fora de especificação. Além disso, esta matéria-prima é mais valorizada para elaboração de graxas técnicas (GOKDOGAN et al., 2015).

Assim, rapidamente o biodiesel se constituiu em proposta para a valorização de matérias-primas oleaginosas cultivadas e/ou da utilização de gorduras animais, proporcionando um novo mercado para o agronegócio brasileiro (BRASIL, 2016). Ao mesmo tempo várias outras matérias-primas elencadas pela propaganda do Governo foram sendo abandonadas por diversos motivos. O pinhão manso (*Jatropha curcas*), por exemplo, além de não contar com uma produção agrícola bem estabelecida, produz uma torta de filtro com resíduo tóxico. Outro grupo de oleaginosas, entre os quais o crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) cultivado em grandes áreas do Rio Grande do Sul chegaram a ser cultivados com essa proposta específica (JASPER et al., 2010), mas o óleo de soja (*Glycine max*), com produção agrícola bem dominada,

passou a ser utilizada por muitas empresas, embora com forte competição na alimentação humana (GOKDOGAN et al., 2015).

O foco em na agricultura familiar diferenciou o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel de outros programas do Governo, como o de etanol combustível, mas outro diferencial foi a forma de comercialização por leilões, inicialmente presenciais, que logo passaram para o formato *on-line*.

A comercialização do biodiesel no Brasil segue normas estritas estabelecidas em leilões, com incentivos à industrialização e proteção do produtor agrícola, diferenciado pelo Selo de Combustível Social, que exigia percentuais pré-estabelecidos e diferentes para cada região do país na compra de matéria-prima da agricultura familiar (ANP, 2016; BRASIL, 2016).

Por ser um dos estados com maior número de usinas de biodiesel instaladas no início do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel, o objetivo desta pesquisa foi investigar as usinas de biodiesel das instalações industriais do Mato Grosso no período de 2004 a fevereiro de 2017.

METODOLOGIA

Foram investigadas todas as empresas fabricantes de biodiesel instaladas no Mato Grosso cadastradas na Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), de onde foram obtidas informações complementares sobre usinas de outros estados, para efeito de comparação. Também foi investigado o consumo de óleo diesel no mesmo período, uma vez que o combustível está vinculado as misturas estabelecidas por políticas públicas. Os documentos disponibilizados pela ANP registram, regularmente, os volumes de biodiesel comercializados por meio dos leilões, o que permitiu relacionar quantas empresas de biodiesel, além de estar habilitadas, estavam efetivamente comercializando no Mato Grosso no período analisado que compreendeu 2008, período em que os resultados dos primeiros leilões foram lançados, até 2017. Pelas normas da ANP, o biodiesel só é entregue depois da venda efetuada, razão pela qual os autores evitaram os termos **fechadas** ou **inativas** para as usinas, preferindo usar **comercializaram** ou **venderam biodiesel**, porque a única forma de constatar que as usinas estavam ativas foi quando participaram dos leilões.

Foram obtidos dados do Cadastro Nacional de Pessoas Jurídicas (CNPJ) de todas as 28 usinas cadastradas, tais como localização e data de autorização para sua implantação. As informações sobre o volume de biodiesel comercializado por ano e capacidade instalada foram obtidas no *site* da ANP e permitiram calcular as variáveis descritas a seguir:

A partir dos dados da **Capacidade Instalada** (CI) em m³/dia, e da produção

anual (m³), foram calculados a Capacidade Ociosa (CO em dias) e os prováveis dias trabalhados por ano. Considerou-se que uma usina de biodiesel pode operar por 365 dias, uma vez que a matéria-prima e o produto podem ser armazenados. A Capacidade Máxima de Produção Anual (CMPA) foi calculada como indicado na Equação (I).

$$CMPA = CI \text{ (m}^3\text{/dia)} \times 365 \text{ dias} \quad (I)$$

A Capacidade Ociosa foi calculada como a Capacidade Máxima de Produção Anual menos a Produção Anual Comercializada (PAC) que consta da página da ANP, expressa em porcentagem, como indicado na Equação (II).

$$CO = (CMPA - PAC) / 100 \quad (II)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Embora o Programa tenha sido lançado em 2004, apenas no início de 2008 as usinas foram cadastradas na ANP, acusando 28 usinas no estado de Mato Grosso (Tabela 1), 11 localizadas na região sul do estado, 13 na região norte, 2 no oeste e 2 no leste. O município de Rondonópolis contabilizou com 7 empresas cadastradas foi o com o maior número, seguida por Cuiabá e Sinop cada qual com 2. Das usinas cadastradas, apenas uma é anexa à uma sucroalcooleira, o que poderia contar como vantagem complementar pela substituição do reagente metanol, que é importado, pelo etanol de fabricação própria, diminuindo assim o custo na produção do biodiesel.

Municípios	Usinas	Capacidade Instalada (m ³ de biodiesel/dia)
Alta Araguaia	Agrenco	660
Barra do Bugres	Barrálcool	191 (*)
Barra do Garças	Bio Brazilian	98
Campo Verde	Bio Camp	300
Colíder	Empresa JBS S/A	100
Cuiabá	Cooperbio	460
	Bio óleo	150
Dom Aquino	Bio Brás/Renobrás	20
Feliz Natal	Cooperativa Agroindustrial dos Produtores Rurais	10
Lucas do Rio Verde	FIAGRIL	563 (*)
	Cooperativa Mercantil e Industrial dos Produtores Luverdenses	10
Nova Marilândia	Biopar	338
Nova Mutum	Taua	100
	BUNGE	414 (*)

Porto Alegre do Norte	Araguassu	100
Rondonópolis	ADM	1.352
	Rondobio Biocombustivel Lt ^{da}	10
	Caibiense/Transportad	100
	Noble/COFCO	600
	Vermoehlen e Vermoehlen Lt ^{da}	10
	Rondobio Biocombustivel Lt ^{da}	10
	SSIL	50
Sapezal	Cooperativa Mista	12
Sinop	Indústria e Comercio de Biocombustivel KGB Lt ^{da}	05
	Usibio	20
Sorriso	Agrosoja	80
	Grupal	200
Terra Nova	Beira Rio	12
Várzea Grande	Bio Vida	18
TOTAL		5.982

Tabela 1. Usinas cadastradas no Mato Grosso em 2008, por ordem alfabética, com sua capacidade instalada (m³ de biodiesel/dia) e localização.

Legenda: (*): Valor calculado a partir de dados de capacidade de produção anual relatada.

Fonte: ANP (2017)

De acordo com as informações disponibilizadas pela ANP, o estado de Mato Grosso iniciou a produção de biodiesel com capacidade instalada de cerca de 6 mil m³, calculo considerando que todas as usinas cadastradas estivessem produzindo. Em 2016, 8 anos após, apenas 14 continuavam cadastradas (50% do inicial) e ainda assim mais da metade não comercializou biodiesel no período estudado (Tabela 2). É interessante destacar que a ocorrência de usinas de biodiesel que mesmo cadastradas não vendiam nos leilões, não foi uma característica exclusiva de Mato Grosso, pois este fenômeno ocorreu em todo o território nacional.

Estado	Comercializando	Autorizada	Total
		mas não comercializaram	
Mato Grosso	9	5	14
Rio Grande do Sul	7	2	9
Goiás	5	1	6
São Paulo	3	2	5
Bahia	2	0	2
Mato Grosso do Sul	2	0	2

Paraná	2	2	4
Minas Gerais	1	0	1
Rondônia	1	0	1
Tocantins	1	1	2
Ceará	1	0	1
Santa Catarina	1	0	1
Rio de Janeiro	1	0	1
Total	34	16	50

Tabela 2: Número de usinas brasileiras de biodiesel que comercializaram em 2016, por ordem decrescente.

Fonte: (ANP, 2017).

O Mato Grosso que iniciou com o maior número de usinas que comercializaram biodiesel foi também em 2016, o estado onde o maior número de empresas com a autorização não chegou a comercializar este biocombustível. A Tabela 2 mostra que a redução de usinas ocorreu de forma diferente em todo o país, embora as normas para a comercialização fossem as mesmas em todo o território. O Rio Grande do Sul, que implantou 9 usinas, manteve quase o mesmo número comercializando que o Mato Grosso, mas ainda assim, foram apenas sete os estados em que todas as empresas cadastradas comercializaram o biodiesel.

A Tabela 3 compara por ordem decrescente, o volume de biodiesel comercializado e a capacidade instalada, as 9 usinas do Mato Grosso que conseguiram comercializar biodiesel nos leilões em 2016. Observa-se que o município de Rondonópolis, anteriormente com 7 usinas cadastradas, ficou apenas com uma. Neste município, se a soma das capacidades instaladas em 2008 eram de 2.152 m³ dia, a capacidade da ADM, única que comercializou biodiesel, era superior à soma das outras seis (1352 m³/dia), mas inferior ao de sua capacidade instalada.

Usinas	Município	Total em m ³ entregue no ano de 2016	Capacidade Instalada em m ³ /dia	Estimativa produção de biodiesel em m ³ /dia
ADM	Rondonópolis	70.530	1.352	193,00
Fiagril	Lucas do Rio Verde	51.492	563	141,00
Barrácool	Barra do Bugres	14.648	190	40,00
Biocamp	Campo Verde	8.362	300	23,00
Agrosoja	Sorriso	5.214	80	14,00
Agrenco	Alta Araguaia	1.495	660	4,00
Biopar	Nova Marilândia	846	338	2,30

Bio Óleo	Cuiabá	134	150	0,40
Biobras - Renobras	Dom Aquino	59	20	0,16
TOTAL		152.780	3.653	417,86

Tabela 3. Comparação das usinas do Estado de Mato Grosso que comercializaram biodiesel em 2016 e a capacidade instalada conforme informada no cadastro.

Fonte: ANP (2017)

Apesar das vantagens com a principal matéria-prima, a soja, o número de usinas no estado, que conseguiram vender nos leilões só reduziu com o tempo (Tabela 4).

Capacidade (m ³ /dia)	> 1000	501 a 1000	251 a 500	101 a 250	51 a 100	0 a 50
Cadastradas (número)	1	3	4	3	6	11
Em funcionamento (número)	1	2	2	1	0	0
Capacidade Instalada (m³/dia)	1.352	563 a 600	300 a 460	150 a 200	80 a 100	10 a 50
Tempo da instalação (anos)	10	5 a 10	5 a 10	4 a 9	3 a 8	1 a 4
Volume total comercializado (m³)	1.358.078	1.318 a 980.752	481.215 a 980.752	20.000 a 102.067	2.205 a 16.167	219 a 1.462
Dias trabalhados/ano	19 a 207	20 a 296	5 a 10	19 a 297	10 a 175	9 a 147
Capacidade ociosa (%)	43 a 95	19 a 98	19 a 95	28 a 100	52 a 97	60 a 97

Tabela 4: Caracterização das usinas de biodiesel implantadas no Mato Grosso, que no período de 2008 a 2016 comercializaram biodiesel por pelo menos um ano, organizadas por sua capacidade instalada, tempo após a instalação, volume de biodiesel comercializado, dias trabalhados por ano e capacidade ociosa.

Fonte: ANP (2017)

A Tabela 4 destaca que foram as empresas de menor capacidade instalada (0 a 50 m³/dia) as que deixaram de comercializar em 2017 e que também produziram menores volumes de biodiesel. As usinas de maior porte, ao contrário, apresentaram maior número de dias trabalhados, menor capacidade ociosa e maior taxa de comercialização nos leilões. Portanto, a análise dos dados aponta para a concentração das empresas, com sobrevivência daquelas com maior capacidade. A somatória da capacidade instalada das 9 usinas que comercializaram em 2016 foi de 3.826,79 m³/dia (Tabela 1) aponta uma redução aproximadamente 40% em relação ao volume de biodiesel entre as cadastradas no início do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel.

Para investigar as razões que levaram a significativa redução de usinas que comercializaram biodiesel em 2016, foram considerados os fatores: **tecnologia, matéria-prima e mercado.**

TECNOLOGIA

A tecnologia dificilmente teria responsabilidade redução das usinas e do volume de biodiesel produzido no Mato Grosso. Na época do lançamento do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel o processo de transesterificação já era dominado em nível industrial, embora não totalmente otimizado (INNOCENTINI, 2007; AMARAL; ABREU (2016). A prova disso é que diversas empresas de renome como a Dedini, Biofree, Ecirtec, Aboissa, BiodieselBR, entre outras, ofereciam processos industriais completos e o ciclo de produção etanólico já estava em estudo. A DEDINI (2019), por exemplo, informou em sua página que em 2008 já havia vendido 30% das plantas em funcionamento com processo etanólico.

As vantagens do uso de etanol na produção do biodiesel são mais de logística e manipulação, uma vez que o metanol é tóxico e a produção brasileira não é suficiente para atender o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel. Ainda assim, a Figura 1 evidencia que o metanol foi o álcool adotado pelas empresas brasileiras no período de 2008 a 2016. A Figura mostra que o consumo de metanol foi proporcional ao óleo usado como matéria-prima e a quantidade de biodiesel produzido, por isso o perfil de consumo nacional de metanol equivale ao do consumo na Região Centro-Oeste, somado ao da Região Sul.

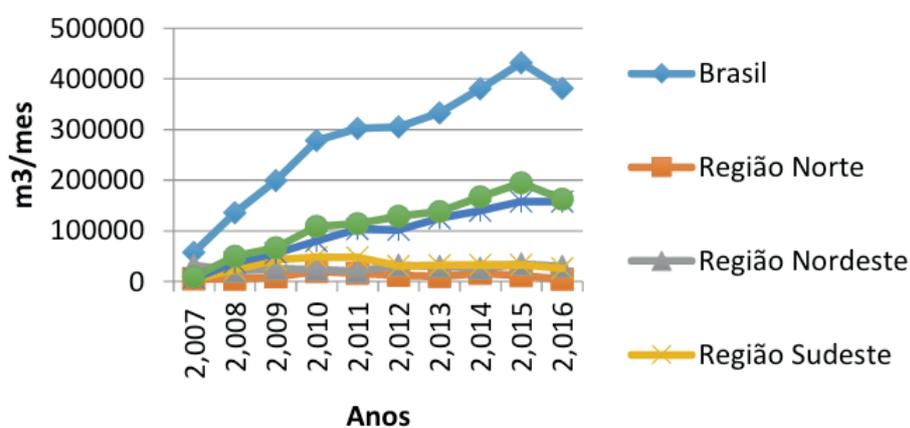


Figura 1: Evolução de consumo de metanol das usinas de biodiesel brasileiras ao longo dos anos, por região em m³/ano.

Fonte: ANP (2017)

Informações junto as empresas evidenciaram que mesmo a Barrálcool, única anexa à uma sucroalcooleira, apenas usou metanol no processo.

Se não foi o processo, poderia ser a qualidade, mas a ANP (2017) destaca que a usina obrigatoriamente tem que enviar mensalmente à agência, os resultados de ensaios de qualidade, os volumes comercializados e a matéria-prima utilizada e, trimestralmente, dados das análises específicas (ensaios físico-químicos), comprovando qualidade do produto e adequação à Portaria ANP n° 310/2001. Os

resultados da análise trimestrais devem seguir as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas, da “American Society for Testing and Materials”, da “International Organization for Standardization” (ISO) e do “Comité Européen de Normalisation”. Ainda no que diz respeito à produção do biodiesel, pelas normas do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel, as empresas têm suas plantas inspecionadas pela ANP depois de realizar os investimentos necessários. Mesmo após a inspeção, para vender no leilão as empresas devem comprovar a qualidade do biodiesel com resultados de análises obtidos em laboratórios credenciados (BRASIL, 2016).

Não tendo sido identificado problema tecnológico ou na certificação do produto, foi analisada a disponibilidade de matéria-prima, que é também um problema de amplitude nacional.

MATÉRIA-PRIMA

Como já foi comentado, o programa brasileiro para o biodiesel recebeu forte orientação para o social, favorecendo a compra de matéria-prima da agricultura familiar. Pela orientação do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) (BRASIL, 2004) em 06 de dezembro de 2004 o decreto de n. 5.297, estabeleceu o Selo Combustível Social, uma maneira que o Governo Federal encontrou para estimular a participação da agricultura familiar através do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF). Seus portadores garantem o benefício de participar da primeira rodada de comercialização nos leilões de biodiesel, a desoneração total ou parcial de tributos federais e o acesso a taxas menores de juros perante créditos para financiamento referente à produção de biodiesel ligado aos bancos e instituições credenciadas. Essas normas são citadas na Lei 11.097, de 13 de janeiro de 2006, na Resolução nº 05, de 03 de outubro de 2007, do Conselho Nacional de Política Energética, na Portaria nº 486, de 15 de agosto de 2012, do Ministério de Minas e Energia e na Resolução ANP nº 33, de 30 de Outubro de 2007.

Apesar do forte estímulo social, a questão da supremacia da soja como matéria-prima para biodiesel foi bastante analisada na literatura. Barros et al. (2006) simularam cenários para produção de biodiesel, mesmo antes do Plano ter sido oficialmente implantado e estabeleceram a influencia da matéria-prima no custo do biodiesel. Concluíram que para abastecer de matéria-prima uma fábrica de capacidade de produção de 100 mil toneladas de biodiesel por ano, apenas a soja e o caroço de algodão seriam viáveis. Estabeleceram também que para atender o percentual da época, de 2% de mistura de biodiesel, haveria necessidade no país de apenas oito indústrias com capacidade de 100 mil toneladas por ano, mas esse critério não foi levando em conta quando do credenciamento e por isso a Tabela 1 lista 11 usinas

com capacidade instalada menor que 50 m³/dia cadastradas no estado do Mato Grosso em 2008 e apenas uma em 2016 (Tabela 3).

Como analisado anteriormente, na questão de disponibilidade de matéria-prima, o Mato Grosso apresentava vantagem competitivas por ser a soja um cultivo bem estabelecido no estado. Essa posição de destaque é confirmada por Amaral e Abreu (2016) que indicaram essa a razão pela qual as regiões Centro Oeste e Sul apresentavam maior número de usinas de biodiesel instaladas.

O MERCADO

A Tabela 4 destaca que houve uma concentração das empresas de maior capacidade instalada, entre 50 e 1000 m³/dia, enquanto que as de menor capacidade instalada (0 a 50 m³/dia) praticamente sumiram em 2016. Além disso as usinas de maior porte, apresentaram maior número de dias trabalhados, portanto menor capacidade ociosa e maior taxa de comercialização nos leilões. Portanto, a análise dos dados aponta para a concentração das empresas, com sobrevivência das de maiores capacidades. A somatória da capacidade instalada das 9 usinas comercializaram em 2016 foi de 3.653 m³ (Tabela 4), uma redução aproximadamente 40% em relação aquelas cadastradas no início do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel.

A literatura e as informações oficiais disponíveis mostram que apesar da redução do número de usinas de biodiesel em atividade, o volume de biodiesel produzido, principalmente à base de óleo de soja, foi suficiente para manter as porcentagens estabelecidas pelo governo, comprovando a concentração de indústrias com maior capacidade de produção. Esse fenômeno concorda com o observado também por Amaral; Abreu (2016) que apontaram uma concentração moderada das usinas já no final de 2016.

A Figura 2 comprova essa hipótese em nível nacional destacando que a variação de capacidade instalada (nominal), alcançou os seus níveis máximos em 2013. Apesar do posterior declínio da capacidade instalada, verifica-se que a produção de biodiesel sempre seguiu a linha estabelecida pela demanda regulada pelas porcentagens fixadas pela governo.

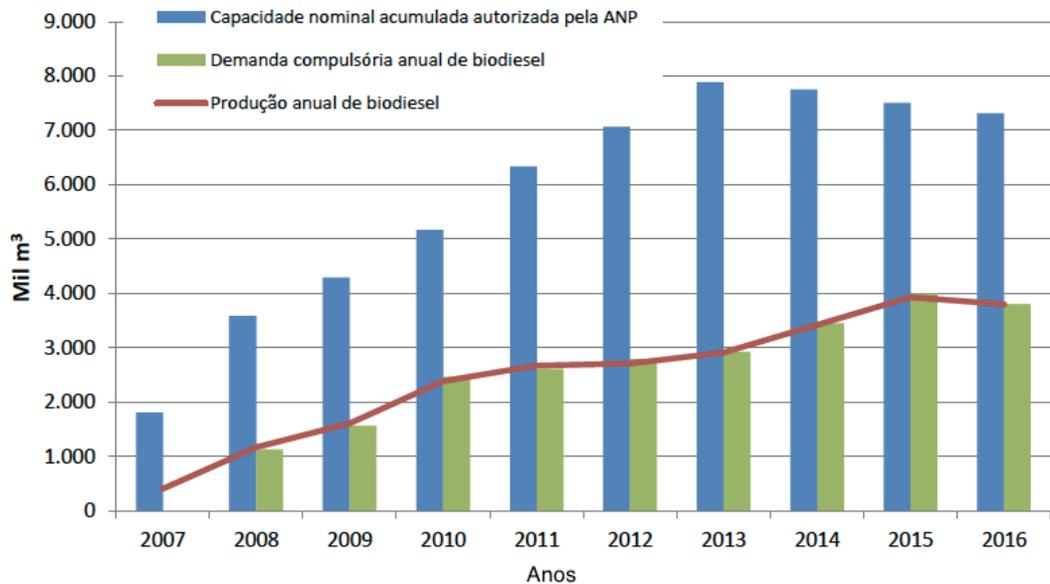


Figura 2: Produção das empresa brasileiras cadastradas para comercializar biodiesel no período de 2008 a 2016.

Fonte: ANP (2017).

Para Barros et al. (2006), os custos de produção de uma indústria de biodiesel com a capacidade instalada de 10 mil toneladas por ano são maiores em relação às usinas de 40 mil toneladas e de 100 mil toneladas por ano. Para os autores, é preferível, por mais rentável, uma planta de biodiesel com uma maior capacidade para reduzir os custos.

Os dados apresentados permitem inferir que as normas de comercialização implantada pelo Governo Federal, funcionaram muito bem para assegurar a comercialização entre o produtor (usina), adquirente (Petrobrás) e distribuidora, portanto o mercado cativo. A comercialização em leilões vem garantindo a segurança dos estoques de biodiesel (AMARAL; ABREU, 2016). Ao fixar o leilão ao menor preço, a política de compras selecionou a soja como matéria-prima, apesar das proteções estabelecidas para agricultura familiar. Como a venda é feita em formato digital e realizada ao mesmo tempo em todo o território brasileiro, a soja conquistou definitivamente seu lugar no mercado nacional. Selecionou também as usinas de maior porte, no que concordam com Amaral; Abreu, (2016).

Em função das informações obtidas, com uma produção que atende os percentuais crescentes de demanda com menores preços, a hipótese de concentração da usinas de biodiesel, com permanência apenas das de maior capacidade instalada, é a mais provável. Como em 2016 as empresas de maior porte ainda apresentavam capacidade ociosa, o futuro da produção de biodiesel provavelmente é do fechamento de mais empresas nos próximos anos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As informações obtidas nos registros da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis proporcionaram um cenário nacional e um estadual que mostraram o entrelaçamento entre o consumo de óleo diesel e o setor de produção de biodiesel, rigidamente controlado pelo governo. Se em nível nacional observa-se que a forma de comercializar o biodiesel usando leilões conseguiu atender as metas de porcentagens de mistura crescentes pré-fixadas, os resultados obtidos para as usinas do Mato Grosso, comparados com os obtidos em nível nacional, mostraram uma redução considerável no número e na capacidade instalada, que ocorreu, embora de forma reduzida, nos demais estados produtores. Como essa redução não afetou o volume de produção de biodiesel, infere-se que houve concentração em número, o que pode ser explicada pela saída do mercado das empresas de menor porte. Ainda assim nos anos 2015 e 2016 foi detectada redução de volume de biodiesel comercializado, devido ao início de crise que afetou todo o país, até os dias atuais. As informações complementares do consumo de óleo diesel apresentaram perfil semelhante, uma vez que o combustível está vinculado as misturas estabelecidas por políticas públicas. Com a crise, menos diesel foi comercializado, o que justifica a redução de biodiesel.

Embora as regras permitissem e incentivassem as usinas de biodiesel a adquirir matéria-prima da agricultura familiar com as vantagens na comercialização com o Selo Combustível Social, a banalização do instrumento acabou estendendo essa vantagem às usinas maiores, que também tiveram maior facilidade de apresentar o menor preço, o que inviabilizou a desejada igualdade na disputa entre pequenos e grandes produtores. Como as pequenas empresas não conseguem competir no preço, pois a capacidade instalada da usina interfere no custo de produção e conseqüentemente no preço final do biodiesel, as regras acabaram por favorecer a sobrevivência das empresas maiores.

Apesar da crise da qual o Brasil parece estar se recuperando ter afetado a produção do biodiesel pela redução no consumo de óleo diesel, é esperado que o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel alcance a meta dos 20% de mistura. Um ponto que pode fragilizar o setor de biodiesel é a dependência com o Governo, único mercado disponível. Mesmo que uma usina consiga sobreviver aumentando aos poucos sua produção, utilizando sua capacidade ociosa ainda muito alta, os custos despendidos com aquisição de equipamentos precisam ser amortizados. O fato da usina não precisar produzir a não ser depois de vencido o edital do leilão, apenas reduz o prejuízo.

AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos e ao Prof. Dr. Olivier Vilpoux, da ESAN, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, pelas sugestões.

REFERÊNCIAS

AMARAL, L. C. G. S.; ABREU, Y. V. de. Evolução do Mercado Brasileiro de Biodiesel sob a Ótica dos Leilões Promovidos pela ANP: 2005 a 2014. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 54, n. 4, p. 729–750, 2016.

ANP. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Biocombustíveis**. 2017. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/wwwanp/>. Acesso em: 23 set. 2018.

BRASIL. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Autorizações para produção de biodiesel**. 2016. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/wwwanp/producao-de-biocombustiveis/biodiesel/autorizacoes-para-producao-de-biodiesel>. Acesso em: 03 out. 2016.

_____. Planalto. **Lei Nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005**. 2004. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/11097.htm. Acesso em: 22 agosto.2019.

_____. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Boletins Biodieseis pela ANP DIRETORIA Técnica**. 2017. Disponível em: www.anp.gov.br. Acesso em: 18 Abr. 2018.

_____. Ministério de Minas e Energia. **Programa Nacional de Produção e uso do Biodiesel**. 2016. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/programas/biodiesel/menu/biodiesel/pnpb.html>. Acesso em: 22 agosto.2018.

_____. Portaria nº 476, de 15 de agosto de 2012. **Ministério de Minas e Energia**. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/10584/1169552/Portaria+116+de+04-04-2013+Publicado+no+DOU+de+08-04-2013/7053fa8b-bd57-49bc-95d6-a2ccc38c6ad8;jsessionid=C6588A31E138E96F29B8A26C2386C198.srv155>. Acesso em: 3 setembro 2018.

BARROS, G. S. de C.; SILVA, A. P.; PONCHIO, L. A.; ALVES, L. R. A.; OSAKI, M.; CENAMO, M. Custos de produção de biodiesel no Brasil. **Revista Política Agrícola**. n 3, p. 36, 2006.

COMISSÃO EUROPEIA. **Política de Coesão 2014-2020**. Direção-Geral da Política Regional, Luxemburgo: Serviço das Publicações da União Europeia. 2011. Disponível em: http://www.qren.pt/np4/np4/?newsId=1334&fileName=politica_de_coesao_2014_2020.pdf. Acesso: 10 Setembro 2018.

DEDINI Biodiesel. Setores de Mercado. Equipamentos e plantas. Disponível em: <https://www.dedini.com.br/index.php/setores-de-mercado/bio-equipamentos-e-plantas/biodiesel>. Acesso em: 30 de Setembro de 2019.

ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION (EIA). **Use of Biodiesel**. 2015. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=13453>. Acesso em: 24 Ago. 2019.

FERREIRA, M. H. G.; OLIVEIRA, D. L. **Um Panorama do biodiesel: novo combustível para o Brasil**. 2010 Disponível em: http://www.faculdedelta.edu.br/revista/edicao_3/um_panorama_biodiesel.pdf. Acesso em: 26 mar. 2019.

GOKDOGAN. O.; ERYILMAZ, T.; YESILYURT, M. K. Thermophysical properties of castor oil (*Ricinus communis*) biodiesel and its blends. **Ciência, Tecnologia y Futuro - CT&F**, v.6, n.1; p. 95-128. 2015.

HASAN, M. M.; RAHMAN, M. M. Performance and emission characteristics of biodiesel–diesel blend and environmental and economic impacts of biodiesel production: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 74, n. February, p. 938–948, 2017.

INNOCENTINI, M. D. de M. **O processo de produção industrial de biodiesel**. Sétima Jornada Científica UFSCAR, 2007. <http://www.labcat.org/ladebio/pub/minibiodiesel-UFSCar-murilo-2.pdf>, acesso em agosto de 2019.

JASPER, S.P. ; BIAGGIONI, M.A.M.; SILVA, P.R.A.; SEKI, A.S.; BUENO, O.C. Análise energética da cultura do crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) produzida em plantio direto. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.30, n.3, p. 395-403, 2010.

QUINTELLA, C. M. et al. Cadeia do biodiesel da bancada à indústria: uma visão geral com prospecção de tarefas e oportunidades para P&D&I. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 793–808, 2009.

SACHS, I. Os biocombustíveis estão chegando à maturidade. **Democracia viva**. nº19. 2005. Disponível: http://www.ibase.br/userimages/dv29_artigo2_ibasenet.pdf. Acesso em: 27 Ago. 2019.

SEBRAE. **Biodiesel**. 2007. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/NT00035116_000jihb7tn102wx5ok05vadr1szzvy3n.pdf. Acesso em: 09 nov. 2018.

VULTOS, D. A. A. N. dos. **Desenvolvimento Sustentável: A utilização do Biodiesel no Conselho do Seixal**. 2012. Disponível em: <https://run.unl.pt/bitstream/10362/7548/1/Tese%20de%20Mestrado%20-%20Biodiesel.pdf>. Acesso: 20 jul. 2019.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco - Possui graduação em Bacharelado em Geografia pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2008). Atualmente é doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Estadual de Ponta Grossa, turma de 2018 e participa do Núcleo de Pesquisa Questão Ambiental, Gênero e Condição de Pobreza. Mestre em Ciências Sociais Aplicadas pela UEPG (2013), na área de concentração Cidadania e Políticas Públicas, linha de Pesquisa: Estado, Direitos e Políticas Públicas. Como formação complementar cursou na Universidade de Bremen, Alemanha, as seguintes disciplinas: Soziologie der Sozialpolitik (Sociologia da Política Social), Mensch, Gesellschaft und Raum (Pessoas, Sociedade e Espaço), Wirtschaftsgeographie (Geografia Econômica), Stadt und Sozialgeographie (Cidade e Geografia Social). Atua na área de pesquisa em política habitacional, planejamento urbano, políticas públicas e urbanização.

Juliana Yuri Kawanishi - Possui graduação em Serviço Social (2017), pela Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG. Atualmente é mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências Sociais Aplicadas da linha de Pesquisa: Estado, Direitos e Políticas Públicas, bolsista pela Fundação CAPES e desenvolve pesquisa na Universidade Estadual de Ponta Grossa – PR, turma de 2018. É membro do Núcleo de Pesquisa Questão Ambiental, Gênero e Condição de Pobreza e do grupo de pesquisa Cultura de Paz, Direitos Humanos e Desenvolvimento Sustentável. Atua na área de pesquisa em planejamento urbano, direito à cidade, mobilidade urbana e gênero. Com experiência efetivada profissionalmente no campo de assessoria e consultoria. Foi estagiária na empresa Emancipar Assessoria e Consultoria. Desenvolveu pesquisa pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica – PIBIC, trabalhando com as linhas de mobilidade urbana e transporte público em Ponta Grossa.

Mauricio Zadra Pacheco - Doutor pela Universidade de Bremen (UniBremen) com trabalho desenvolvido no Instituto Fraunhofer - IFAM (Bremen Alemanha) pelo Programa Ciências sem Fronteiras, Mestre em Gestão do Território pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2009); possui graduação em Administração pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2003) e graduação em Bacharelado em Informática pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (1995). Atualmente é Professor Adjunto da Universidade Estadual de Ponta Grossa. Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Sistemas de Informação, e desenvolveu estudos nas áreas de Geoprocessamento e Geografia Humana com ênfase na utilização de geotecnologias como ferramentas de auxílio à gestão de território. É Coordenador do Projeto de Extensão: Lixo Eletrônico: Descarte Sustentável, da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Área nativa 168, 170, 171, 172, 173, 175, 177, 178
Ativo biológico 103
Aves 58, 60, 61, 62, 63, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 116, 174, 179

C

Capororoca 58, 59, 66, 67, 68
Comunidades indígenas 88, 90, 91, 92, 96, 97, 99, 100

D

Desenvolvimento sustentável 2, 31, 40, 41, 101, 141, 250, 251
Distribuição espacial 58, 61, 64, 67, 68

E

Educação ambiental 8, 12, 13, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 37, 39, 40
Eletrificação rural 88
Erosão 48, 109, 113, 115, 160, 166, 167

I

Impactos socioambientais 92, 143, 144, 145, 158
Incentivos fiscais 1, 8, 130, 131, 132, 134, 135, 136, 137, 140, 141
Incorporação de resíduos industriais 41
Indústria fumageira 182
Interação com o ambiente 29, 72, 86
Interdisciplinaridade 12

M

Manejo do solo 160
Mineração 49, 56, 70, 71, 111, 143, 144, 145, 156, 157, 158
Mini-hidrelétrica 88, 99, 102
Morcegos 60, 168, 169, 170, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180

P

Percepções ambientais 29
Políticas públicas 15, 103, 132, 133, 134, 141, 192, 236, 239, 248, 251
Poluição atmosférica 199, 202, 203, 204, 205, 207, 208, 210, 211, 212
Práticas conservacionistas 160, 166

Q

Qualidade de vida 8, 9, 12, 16, 105, 141, 191, 192, 193, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 212
Qualidade do ar interno 214, 216, 217, 232, 234, 235

R

Receita ecossistêmica 103, 108, 110, 111

Resíduos reaproveitáveis 1

Rompimento da barragem de Fundão 143, 145, 151, 157

S

Saúde do trabalhador 182, 184, 187, 191, 192

Sensibilização ambiental 11, 12

Solo 4, 5, 11, 16, 17, 41, 43, 45, 46, 48, 50, 51, 54, 55, 56, 82, 109, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 155, 160, 161, 163, 164, 166, 167, 172, 180

Substratos orgânicos 72

Sustentabilidade 1, 2, 3, 12, 13, 40, 42, 78, 88, 103, 157, 180, 236

Sustentabilidade urbana 1

T

Transporte mucociliar 203, 206, 208, 210, 211, 212, 213

