

Ciências Ambientais
e o Desenvolvimento
Sustentável
na Amazônia 3



 Editora
Atena
Ano 2018

Atena Editora

**Ciências Ambientais
e o Desenvolvimento Sustentável
na Amazônia 3**

Atena Editora
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Edição de Arte e Capa: Geraldo Alves

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

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

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

C569 Ciências ambientais e o desenvolvimento sustentável na Amazônia 3
[recurso eletrônico] / Organização Atena Editora. – Ponta Grossa
(PR): Atena Editora, 2018.
11.361 kbytes

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia.

ISBN 978-85-85107-06-2

DOI 10.22533/at.ed.062183107

1. Desenvolvimento sustentável - Amazônia. 2. Meio ambiente -
Amazônia. 3. Sustentabilidade - Amazônia. I. Atena Editora.

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

2018

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

www.atenaeditora.com.br

E-mail: contato@atenaeditora.com.br

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A IMPORTÂNCIA DO CADASTRO AMBIENTAL RURAL PARA A AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS ORIUNDOS DO CULTIVO DE EUCALIPTO	
<i>Lucas Henrique Fernandes Resueno</i>	
<i>Mario Marcos Moreira da Conceição</i>	
<i>Celiane Lima dos Santos</i>	
<i>Maiconsuel da Costa Frois</i>	
<i>Relrison da Costa Favacho</i>	
<i>Antonio Pereira Junior</i>	
CAPÍTULO 2	9
A IMPORTÂNCIA DO USO DE WETLANDS PARA A RESTAURAÇÃO DE RIOS	
<i>Gabriela Doce Silva Coelho de Souza</i>	
<i>Arthur Aviz Palma e Silva</i>	
<i>Caroline Menezes Azevedo</i>	
<i>Rita de Cassia Monteiro de Moraes</i>	
CAPÍTULO 3	16
A INTERDISCIPLINARIDADE NO ENSINO DE CIÊNCIAS: UM OLHAR PARA A CHUVA ÁCIDA	
<i>Adriane Trindade Sarah</i>	
<i>Filipe Victor Portal Ribeiro</i>	
<i>Ionara Antunes Terra</i>	
CAPÍTULO 4	24
A LOGÍSTICA REVERSA DE CARTUCHOS E TONNERS NO MUNICÍPIO DE BELÉM-PA	
<i>Nathália Obando Maia Mendes</i>	
<i>Hilma Alessandra Rodrigues do Couto</i>	
<i>Thiago Sena Dantas de Oliveira</i>	
CAPÍTULO 5	31
A UTILIZAÇÃO DE INDICADORES AMBIENTAIS NAS RELAÇÕES DOS SERES VIVOS COM O MEIO AMBIENTE	
<i>Alexsandro Sousa Santos</i>	
<i>Carolina Ayumi Umezaki Maciel</i>	
<i>Ionara Antunes Terra</i>	
CAPÍTULO 6	41
ANÁLISE DA APLICAÇÃO DE LOGÍSTICA REVERSA NAS EMPRESAS QUE COMERCIALIZAM E/OU PRESTAM SERVIÇOS DE INFORMÁTICA NOS MUNICÍPIOS DE REDENÇÃO E XINGUARA	
<i>Nayara Amanda Moura</i>	
<i>Carol Abreu Fragoso</i>	
<i>Cassiane Farias Peniche</i>	
<i>Gleisson Amaral Mendes</i>	
CAPÍTULO 7	50
ANÁLISE DA QUALIDADE E SUSTENTABILIDADE DE SOLO DE REFLORESTAMENTO ATRAVÉS DE ATRIBUTOS QUÍMICOS	
<i>Naiane Machado Santos</i>	
<i>Jôsi Mylena de Brito Santos</i>	
<i>Larissa Manfredo Soares</i>	
<i>Letícia Coelho Vaz Silva</i>	
<i>Fernanda Vale de Sousa</i>	

CAPÍTULO 8 58

ANÁLISE DE ATRIBUTOS FÍSICO-QUÍMICOS DO SOLO, PARA ELABORAÇÃO DE PROPOSTA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA, EM PROJETO DE ASSENTAMENTO NO SUDESTE PARAENSE

Amanda Cristina Macedo da Conceição
Danyelle Souza Guimarães
Antônio Pereira Junior

CAPÍTULO 9 69

ANÁLISE DOS RESÍDUOS GERADOS DO PROCESSO DE DESPOLPAMENTO DE AÇAÍ EM BELEM-PA

Izabelle Ferreira de Oliveira
Lucy Anne Cardoso Lobão Gutierrez
Eliane de Castro Coutinho
Ana Julia Soares Barbosa

CAPÍTULO 10 79

ANÁLISE GEOESPACIAL DO PROCESSO DE URBANIZAÇÃO NO MUNICÍPIO DE JACUNDÁ, PARÁ:
TÉCNICA DE SUPERPOSIÇÃO DE MAPAS (OVERLAYS MAPPING)

Indri Santos Silva
Eduardo Camurça da Silva
Rodolfo Pereira Brito
Suezilde da Conceição Amaral Ribeiro
Altem Nascimento Pontes

CAPÍTULO 11 89

ANÁLISE MULTITEMPORAL DE OCUPAÇÃO DO SOLO NO MUNICÍPIO DE ANANINDEUA (PA), BRASIL.

Alderuth da Silva Carvalho
David Vale do Reis
Soraia de Fátima da Cruz Oliveira

CAPÍTULO 12 96

APLICATIVO PARA MAPEAMENTO DA ESPÉCIE VEGETAL *Ceiba pentandra* (L.) GAERTN - SAMAUMA APPLICATION

Tainah Kaylla dos Santos Aquino
Beatriz Cordeiro Costa
Marcela Janaina de Souza Miranda
Sofia Rocha Nascimento Louchard
Gabriela da Silva Azevedo
Akmẽ-re Monteiro de Almeida
Otavio Andre Chase
José Felipe de Almeida

CAPÍTULO 13 109

AVALIAÇÃO DA EMISSÃO DE CARGA DE NITRATO EM EFLUENTE PROVENIENTE DE ETE COM FLUXO INTERMITENTE

Luana Cristina Pedreira Lessa
Rosa Maria da Luz Mendes
Izabelle Ferreira de Oliveira
Sirlene Maria Paixão da Silva Fayal
Cleyton Eduardo Costa Ferreira
Arthur Julio Arrais Barros
Paula Danielly Belmont Coelho
Lígini Renata Reis de Almeida

CAPÍTULO 14..... 118

AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO DO ORDENAMENTO DO ESPAÇO NO TRECHO DE UMA AVENIDA DO CENTRO URBANO DO MUNICÍPIO DE BELÉM, ESTADO DO PARÁ

Arthur Julio Arrais Barros
Paula Danielly Belmont Coelho
Geovane da Silva Teixeira
Izabelle Ferreira de Oliveira
Mônica Silva de Sousa
Rosa Maria da Luz Mendes
Lucy Anne Cardoso Lobão Gutierrez
Eliane de Castro Coutinho

CAPÍTULO 15..... 125

AVALIAÇÃO DE CARACTERES MORFOAGRONÔMICOS DE PLÂNTULAS DE *SCHIZOLOBIUM PARAHYBA* VAR. *AMAZONICUM* (HUBER X DUCKE) BARNEY SUBMETIDAS A DIFERENTES PROPORÇÕES DE SUBSTRATO DE CASTANHA-DO-PARÁ

Washington Olegário Vieira
Ana Catarina Siqueira Furtado
Monica Trindade Abreu de Gusmão
Vitor Mateus de Carvalho Moraes
Renata de Almeida Palheta

CAPÍTULO 16..... 134

AVALIAÇÃO SOCIOECONÔMICA E AMBIENTAL SOBRE A INICIATIVA DE COMPOSTAGEM NA FEIRA DO VER-O-PESO EM BELÉM-PA

Letícia Coelho Vaz Silva
Camille Vasconcelos Silva
Fernanda Vale de Sousa
Isabela Rodrigues Santos
Luna Leite Sidrim

CAPÍTULO 17..... 143

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE LICOR DE ABACAXI COM HORTELÃ E PIMENTA CALABRESA DESIDRATADA

Lizandra Rodrigues de Souza
Josué Veras Dias
Sarah Adrielle Nascimento Souza
Luana Kelly Baltazar da Silva
Bruna Almeida da Silva
Maria Regina Sarkis Peixoto Joele

CAPÍTULO 18..... 150

COLETA SELETIVA E INCLUSÃO DE CATADORES – A EXPERIÊNCIA DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL

Hilma Alessandra Rodrigues do Couto
Danielle Yariwake da Silva
Thiago Sena Dantas de Oliveira
Priscilla Araújo Brandão

CAPÍTULO 19..... 160

CONSIDERAÇÕES AMBIENTAIS E CLIMÁTICAS SOBRE AS ARBOVIROSES EMERGENTES NO BRASIL

Marcelo Alves Farias
Keissy Karoline Pinheiro Miranda

CAPÍTULO 20..... 174

DEPOSIÇÃO DE NITROGÊNIO E FÓSFORO DA SERAPILHEIRA EM ÁREAS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL

Ellen Gabriele Pinto Ribeiro
Walmer Bruno Rocha Martins

*Gracialda Costa Ferreira
Francisco de Assis Oliveira
Richard Pinheiro Rodrigues
Giuliana Mara Patricio de Souza*

CAPÍTULO 21..... 182

EFEITO DO TEMPO DE CONTATO E MASSA DE CARVÃO ATIVADO DO CAROÇO DE AÇAÍ (1,2mm) NA ADSORÇÃO DE CORANTE CATIONICO

*Marina Scarano Corrêa
Cleyton Eduardo Costa Ferreira
Danilo Cunha de Oliveira
Gabriela Doce Silva Coelho de Souza
Neyson Martins Mendonça*

CAPÍTULO 22..... 191

EFEITOS DO MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL SOBRE A COMUNIDADE DE AVES EM UMA FLORESTA DE TERRA FIRME NA AMAZÔNIA CENTRAL

*José Carlos Rodrigues Soares
Adriene de Oliveira Amaral
Roberta Souza de Moura
Rubia Pereira Ribeiro
Louri Klemann-Jr*

CAPÍTULO 23..... 200

ESTUDO DE VAZÕES DE REFERÊNCIA DO RIO MAICURU: IMPLICAÇÕES NA INFRAESTRUTURA URBANA NO MUNICÍPIO DE MONTE ALEGRE (PA)

*Luana Cristina Pedreira Lessa
Sirlene Maria Paixão da Silva Fayal
Cleyton Eduardo Costa Ferreira
Higor Ribeiro Borges
Josiane Coutinho Vilhena
Diego Macapuna da Silva
Maurício Takemura*

CAPÍTULO 24..... 208

GERENCIAMENTO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA EM UNIDADE DOMÉSTICA: PROTÓTIPO BASEADO NA PLATAFORMA ARDUINO

*Ítalo de Sousa
Luiz Felipe Santiago da Silva
José Antônio de Castro Silva
Magda Tayanne Abraão de Brito*

CAPÍTULO 25..... 227

INFLUÊNCIA DOS REGULADORES DE CRESCIMENTO NA INDUÇÃO DE CALOS PRIMÁRIOS EM *Piper divaricatum* G. MAYER

*Rosana Silva Corpes
Orlando Maciel Rodrigues Junior
Rosiene Silva Corpes
Joyce Kelly do Rosário da Silva
Oriel Filgueira de Lemos
Ilmarina Campos de Menezes*

CAPÍTULO 26..... 234

O LÚDICO COMO ESTRATÉGIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE PROPRIEDADES DA MATÉRIA

*Williams Carlos Leal da Costa
Donizette Monteiro Machado
Amilton dos Santos Barbosa Júnior*

*José Diogo Evangelista Reis
Criscia Thaianne da Silva Machado
Ronilson Freitas de Souza*

CAPÍTULO 27 240

O USO DA MODELAGEM COMO RECURSO DIDÁTICO AUXILIADOR NO ENSINO DE LIGAÇÕES QUÍMICAS

*Donizette Monteiro Machado
Williams Carlos Leal da Costa
Amilton dos Santos Barbosa Júnior
José Diogo Evangelista Reis
Débora Portal Lopes
Tales Vinicius Marinho de Araújo
Rita de Cássia Pereira dos Santos*

CAPÍTULO 28 247

PLANTAS TÓXICAS DO ACERVO DO HERBÁRIO IAN: EUPHORBIACEAE JUSS. RISCO / BENEFÍCIO NA SAÚDE DOS SERES VIVOS

*Gabriely dos Santos
Jone Clebson Ribeiro Mendes
Sebastião Ribeiro Xavier Júnior
Silvane Tavares Rodrigues*

CAPÍTULO 29 263

PROCESSOS EROSIVOS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS NA PRÉ-AMAZÔNIA MARANHENSE

Ronaldo dos Santos Barbosa

CAPÍTULO 30 279

QUALIDADE DA ÁGUA PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO EM MUNICÍPIOS DO ESTADO DO AMAZONAS CONFORME A PORTARIA 2.914/2011 E RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005

*Fabíola Esquerdo de Souza
Solange dos Santos Costa
Elizia Raquel Cunha*

SOBRE OS AUTORES..... 294

A IMPORTÂNCIA DO CADASTRO AMBIENTAL RURAL PARA A AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS ORIUNDOS DO CULTIVO DE EUCALIPTO

Lucas Henrique Fernandes Resueno

Universidade do Estado do Pará
Paragominas – Pará

Mario Marcos Moreira da Conceição

Universidade do Estado do Pará
Paragominas – Pará

Celiane Lima dos Santos

Universidade do Estado do Pará
Paragominas – Pará

Maiconsuel da Costa Frois

Universidade do Estado do Pará
Paragominas – Pará

Relrison da Costa Favacho

Universidade do Estado do Pará
Paragominas – Pará

Antonio Pereira Junior

Universidade do Estado do Pará
Paragominas – Pará

RESUMO: O eucalipto (*Eucalyptus ssp*) é uma das espécies exóticas mais utilizadas no Brasil, para fins comerciais de produção de papel, carvão e móveis. Em função do crescimento dos cultivos de eucalipto, há o aumento dos impactos ambientais negativos sobre o solo, água e a biodiversidade nativa. Com isso, a pesquisa objetivou realizar uma Avaliação de Impactos Ambientais – AIA, dos impactos gerados pelo cultivo do Eucalipto, do gênero

Eucalyptus. O método utilizado foi o dedutivo, com pesquisa de natureza analítica qualitativa e abrangência explicativa, para propor, como técnica à produção dessa espécie, a elaboração do Cadastro Ambiental Rural – CAR, com a finalidade de mitigar os impactos ambientais negativos gerados por esse cultivo. Os dados obtidos e analisados indicaram que o cultivo do eucalipto impacta de forma direta o solo, provoca delapidação de micronutrientes como, por exemplo, Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Potássio (K), além do lençol freático, em função de uma necessidade hídrica elevada. Com isso, determina uma diminuição na oferta de água para outras espécies vegetais com a qual está consorciada. Em relação ao aspecto econômico, esta cultura contribui diretamente para o crescimento do país, uma vez que possui um ciclo de corte relativamente curto, em média, quatro anos. Dessa forma, a utilização da AIA é fundamental para a elaboração do CAR a fim de normatizar o cultivo desta espécie para mitigar os impactos ambientais sobre o solo e os lençóis freáticos.

PALAVRAS-CHAVE: Desertificação. Mitigar. Monitoramento.

ABSTRACT: *Eucalyptus (Eucalyptus ssp)* is one of the exotic species most used in Brazil for commercial paper, coal and furniture production purposes. Due to the growth of

eucalyptus plantations, there is an increase in negative environmental impacts on soil, water and native biodiversity. With this, the research aimed to carry out an Environmental Impact Assessment (EIA) of the impacts generated by the cultivation of Eucalyptus, of the genus *Eucalyptus*. The method used was the deductive one, with research of qualitative analytical nature and explanatory scope, to propose, as a technique for the production of this species, the elaboration of the Rural Environmental Register - CAR, in order to mitigate the negative environmental impacts generated by this crop. The data obtained and analyzed indicated that the eucalyptus cultivation directly impacts the soil, causing micronutrients to be depleted, for example, calcium (Ca), magnesium (Mg) and potassium (K), in addition to the water table, as a function of a high water requirement. Thus, it determines a decrease in the supply of water to other plant species with which it is consorted. Regarding the economic aspect, this culture contributes directly to the growth of the country, since it has a relatively short cut cycle, on average, four years. In this way, the use of EIA is fundamental for the elaboration of the CAR in order to standardize the cultivation of this species to mitigate the environmental impacts on the soil and the groundwater.

KEYWORDS: Desertification. Mitigate. Monitoring.

1 | INTRODUÇÃO

A prática de avaliar implica na obtenção, na apreciação e na junção dos dados que compõem o foco da avaliação, somado a uma percepção de valor ou de qualidade, no qual se realiza a partir da analogia da estrutura do objeto avaliado conforme o parâmetro de qualidade definido para objeto em questão. Tal valoração, ou, a qualidade atribuída ao mesmo direciona uma posição favorável ou contrária. Este posicionamento a favor ou contra o foco avaliativo acarreta uma determinação nova, ou seja, sustentar o objeto da forma que está, ou modifica-o (SANTOS; VARELA, 2008).

Caracteriza-se como impacto ambiental a soma das forças motrizes que propiciam alterações químicas, físicas, e biológicas geradas ao meio ambiente por ação antrópica às matérias expostas ao meio ocasionando impactos de natureza direta ou indireta segundo a resolução CONAMA n. 001:1986 (BRASIL, 1986).

Dentro deste conceito, estipula-se a necessidade dos Estudos de Impactos Ambientais – EIA, e a Avaliação de Impactos Ambientais – AIA, a fim de mensurar a gravidade bem como a extensão de impactos, causados por empreendimentos, e a proposição de medidas mitigadoras e compensatórias para amenizar os efeitos negativos decorrentes da implantação e funcionamento destes empreendimentos (CREMONEZ, 2014). Neste contexto, a Avaliação de Impactos Ambientais - AIA, que surgiu nos Estados Unidos, após o país estabelecer uma política de avaliação de impactos ambientais através do *National Environmental Policy Act* - NEPA, o qual foi promulgado em dezembro de 1969, pelo congresso americano, mas só entrou em vigor em 1 de janeiro de 1970, tornou-se um instrumento essencial na legislação ambiental

de vários países. Após os Estados Unidos, outros países, entre eles Brasil, Alemanha e França adotaram essa metodologia (SANDOVAL; CERRI, 2009).

Tal ferramenta é abordada como um processo de avaliação dos efeitos ambientais (ecológicos), econômicos e sociais, que poderão ocorrer durante e após a implantação de atividades antrópicas como projetos, planos e programas, sejam eles urbanos ou rurais. No Brasil, a AIA é um instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente – PNMA, Lei n. 6.938:1981, que se situa dentro da mesma de forma mais específica, em seu artigo 9º, inciso III (PELLIN *et al.*, 2011). O escopo da AIA consiste na construção e consequente aplicação de medidas preventivas para os eventuais impactos que venham a ser ocasionados ao meio, decorrentes das práticas acima citadas. Ou seja, é um instrumento que também objetiva promover e fomentar a prática do desenvolvimento sustentável, além de servir de base para os tomadores de decisões, tendo em vista que a avaliação feita disponibilizará informações sobre as possíveis consequências ambientais (SILVA, 2010).

Ademais à AIA, há ferramentas complementares, a exemplo do estudo de impacto ambiental- EIA, e o relatório de impacto ambiental - RIMA. Esses são mecanismos fundamentais para a AIA no âmbito das políticas públicas, fornecendo medidas para a prevenção de danos aos ecossistemas. O EIA destina-se a avaliar os impactos ambientais de um empreendimento de pequeno, médio ou grande porte propiciando após as análises, medidas mitigadoras para esse desequilíbrio. Esta ferramenta é caracterizada como um documento complexo. Já o RIMA fornece resultados simplificados de fácil compreensão para o público em geral e aos responsáveis pela tomada de ações. O EIA/RIMA são instrumentos importantes que garantem a melhor adaptação do estabelecimento às condições socioambientais locais (FERRAZ; FELIPE, 2012).

Em relação ao Cadastro Ambiental Rural, o Decreto n. 7.830:2012 art. 2º, inciso II, estabelece que todas as propriedades rurais devem ter o Cadastro Ambiental Rural - CAR, e serem registradas no Sistema de Cadastro Ambiental Rural - SICAR, que irá gerir todas as informações ambientais do imóvel e do proprietário à fim de manter o controle e monitoramento do desmatamento. No art. 9º, da referida Lei, institui-se o CAR como instrumento do Programa de Regularização Ambiental - PRA (BRASIL, 2012).

A biodiversidade é reconhecida como fonte essencial para a sobrevivência e qualidade de vida, porém, atualmente a taxa de habitats destruídos e espécies em extinção ocasionou um grande alerta no mundo inteiro, pois a perda da mesma se tornou uma grande crise mundial. Deste modo, os países promoveram conferências mundiais para tratar assuntos sobre os impactos ambientais, dentre eles a perda da diversidade ecológica (PERES; VERCILLO; DIAS, 2011).

Neste contexto, outro fator para a perda da biodiversidade é a introdução de espécies exóticas, pois modificam as relações ecológicas do meio onde são inseridas, além de proporcionar perdas econômicas e alteração da paisagem nativa da região.

Espécies exóticas é a introdução de espécies de outro ecossistema, no qual se adaptam as condições em que são submetidas, como o solo e o clima, no qual alteram o funcionamento do ecossistema atual para a sobrevivência e reprodução, para atender as necessidades por nutrientes, luz, água e espaço (BLUM; BORGIO; SAMPAIO, 2008).

Ademais, a introdução de espécies exóticas na América Latina ocorreu no ano de 1942, a partir do início das grandes navegações, onde foram introduzidas espécies florísticas e faunísticas nativas da Europa, desde então, o transporte de espécies ocorre em escala mundial, em que são destinadas para fins comerciais. Deste modo, a inserção de espécies exóticas ocorre a partir de duas formas, através de ações antrópicas e também de maneira natural, no contexto atual, o aumento no transporte de espécies de outros ecossistemas se deu pela globalização, ou seja, pela ação antrópica (SAMPAIO; SCHMIDT, 2013).

Não existe uma data específica da inserção de eucalipto no Brasil, porém, há relatos de que os primeiros exemplares foram plantados nas áreas do Jardim Botânico e Museu Nacional do Rio de Janeiro, entre os anos de 1825 e 1868, no Município de Amparo em São Paulo, entre 1861 e 1863, além do Rio Grande do Sul, em 1868. Em razão de o eucalipto ser uma espécie exótica no Brasil e também ao crescimento dos cultivos de eucalipto, fomentou a realização de muitas pesquisas científicas que apontam os impactos causados pelo cultivo que despertam curiosidades na sociedade em geral. Neste sentido, embora a plantação de eucalipto contribua para a fertilidade de áreas degradadas, afeta diretamente o solo, água e biodiversidade nativa (SANTAROSA; PENTEADO JÚNIOR; GOULART, 2014).

Neste contexto, tal pesquisa justifica-se pela problemática ambiental sociopolítica e econômica causada pelas florestas de eucalipto, que embora possua impactos positivos é necessária muita atenção de seus efeitos no meio ambiente. Com isso, o presente estudo objetivou realizar uma análise qualitativa dos impactos ambientais causados pelo cultivo da espécie *Eucalyptus ssp*, além disso, expor a importância da metodologia de Avaliação de Impactos Ambientais – AIA e propor como técnica para realização da mesma, a elaboração do Cadastro Ambiental Rural – CAR com finalidade de reduzir os impactos gerados pelos cultivos de eucalipto.

2 | METODOLOGIA

Quando ao procedimento metodológico a pesquisa teve caráter exploratório para proporcionar maior familiaridade com o problema (explicitá-lo), a partir de levantamento bibliográfico (GERHARDT; SILVEIRA, 2009). Quanto à abrangência, empregou-se a qualitativa, que busca explicar o porquê das coisas e sua origem, relações e mudanças, e tenta intuir as consequências, de forma a adquirir uma compreensão detalhada dos significados e características situacionais apresentadas. A pesquisa também foi

explicativa de forma a identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos (OLIVEIRA, 2011).

O método aplicado foi o dedutivo, pois, de acordo com Gil (2008), parte-se de princípios reconhecidos como verdadeiros e indiscutíveis, e possibilita chegar a conclusões de maneira puramente formal, em virtude de sua lógica, como os impactos ambientais gerados pelo cultivo de eucalipto (*Eucalyptus spp*). Posteriormente, realizou-se a análise da utilização do Cadastro Ambiental Rural – CAR, como ferramenta para a Avaliação de Impactos Ambientais do cultivo desta espécie, onde este se deu a partir de levantamento de dados documentais com recorte temporal compreendido entre 2008 a 2017.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O cultivo do Eucalipto gera inúmeros impactos ambientais nas áreas de implantação. A remoção da vegetação nativa para plantio da nova espécie provoca mudanças diretas no sistema natural afetando o fluxo hídrico de recargas dos aquíferos além de demandar de uma grande quantidade de água para abastecimento diminuindo assim o nível hídrico na bacia local.

Em estudo efetuado por Nobre e Leite (2012), no norte de Minas Gerais e Josh e Palanisami (2011), os autores concluíram que a quantidade de água absorvida por uma árvore do gênero *Eucalyptos*, por dia, varia de 50L/dia/planta à 90L/dia/planta. Grandes plantios podem fazer inclusive com que os lençóis freáticos usados para abastecimento de populações de cidades sejam afetados, tornando o problema de maior gravidade. Todavia, todos esses impactos ambientais são também oriundos das condições prévias de plantio, onde se destacam a pluviosidade na região, o tipo de solo, a distância das bacias, e técnicas empregadas no plantio. Logo, as consequências negativas referentes ao cultivo desta árvore podem ser mitigadas se observado os requisitos para seu manejo.

Pesquisa realizada por Freitas Junior, Marson e Solera (2012), no vale do Paraíba paulista indicou que são observados que áreas com plantio de eucalipto sofrem com as alterações químicas no solo, como a perda de nutrientes, entre eles o Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Potássio (K) e aumento nos teores de Alumínio (Al), e Fósforo (P). Dessa forma, Leite et al. (2010) afirma que se faz necessária a reposição destes para que não ocorra a degradação da área.

A degradação no solo proveniente das alterações químicas pela perda de nutrientes e desagregação devido à exposição pós-colheita são consequências do manejo do Eucalipto. Em contrapartida, a Lei n. 7.830:2012 que estabelece o CAR promove com vista no cumprimento da Lei n. 12.651:2012 a implantação de Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas e Alteradas, fortalecendo assim a preservação do meio ambiente.

Em relação ao estabelecimento da Lei n. 12.651:2012, a conservação da vegetação também se torna um dos benefícios relacionados ao CAR em relação à ideia de cuidado com o meio ambiente e avaliação de impactos ambientais, pois este demonstra as Áreas de Preservação Permanente – APP, e Reserva Legal - RL, proibindo que ocorra a supressão vegetal de áreas indevidas.

Diante das demandas ambientais ocasionadas pelos impactos provocados pela cultura do Eucalipto e da necessidade de obtenção da melhoria na qualidade da AIA, as informações presentes no CAR podem ser de relevância para a mitigação de consequências negativas, visto que a mesma pode inclusive ser usada nas diferentes formas citadas, ou ainda de maneira comparativa para se analisar o grau de mudanças significativas ocorridas desde o processo de implantação da cultura.

De acordo com dados obtidos em 2017 pela Indústria Brasileira de Árvores, a introdução do eucalipto cultura brasileira propiciou bases rígidas para o seu desenvolvimento, motivada pelo potencial de uso da madeira de certas espécies, como fonte de biomassa para combustível, além do seu sucesso como matéria-prima para a fabricação de celulose e papel. Os plantios de eucalipto ocupam 5,7 milhões de hectares da área de árvores plantadas do País e estão localizados, principalmente, em Minas Gerais (24%), em São Paulo (17%) e no Mato Grosso do Sul (15%). Nos últimos cinco anos, o crescimento da área de eucalipto foi de 2,4% a.a. O Mato Grosso do Sul tem liderado esta expansão, registrando aumento de 400 mil hectares neste período, com uma taxa média de crescimento de 13% a.a, o que totalizou, em 2016, 133.996 ha (IBÁ, 2017).

Integrantes do setor brasileiro de florestas plantadas elaboraram um documento (Informativo Cepea - Setor Florestal - Análise econômica mensal sobre madeiras e celulose/papel da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ/Universidade de São Paulo - USP), que indica que, embora haja importância do setor para o desenvolvimento socioeconômico e ambiental do Brasil, a sua grandeza é modesta se comparado a outros países com potencial muito inferior.

Estudo efetuado em São Paulo - SP, por Moledo et al. (2016), os autores concluíram que esta forma de plantio, também gera efeitos ambientais adversos, onde os mais característicos são: a retirada de água do solo, tornando o balanço hídrico insuficiente, com a redução do lençol freático, o empobrecimento de nutrientes no solo, a desertificação de áreas de plantio pelos efeitos alelopáticos sobre outras formas de vegetação, a extinção da fauna e oferta de empregos somente na implantação do plantio, ainda que para a mão de obra desqualificada, com baixos salários, e o incentivo ao êxodo rural e o conseqüente inchaço populacional das metrópoles.

Para amenizar a probabilidade de ocorrer absorção de água demasiadamente dos lençóis freáticos, o conhecimento do solo para cultivo é de grande importância. É necessário saber a profundidade em que se encontram os aquíferos, pois, as raízes do gênero *Eucalyptus* podem alcançar até 2,80 metros. Devido a esta característica, a cultura deve ser realizada de preferência em lugares de alta altitude a fim de impedir

que a captação de água ocorra de lugar impróprio.

4 | CONCLUSÃO

Os impactos ambientais causados pelo cultivo de eucalipto afetam o fluxo hídrico de recargas dos aquíferos além de demandar grande quantidade de água para abastecimento o que diminui o nível hídrico na bacia local e altera negativamente a fertilidade do solo além de proporcionar a desertificação de áreas de plantio pelos efeitos alelopáticos sobre outras formas de vegetação.

Neste contexto, a importância da Avaliação de Impactos Ambientais – AIA é imprescindível para a elaboração do Cadastro Ambiental Rural – CAR com finalidade de reduzir os impactos gerados pelos cultivos desta espécie. Tal ferramenta é abordada como um processo de avaliação dos efeitos ambientais (ecológicos), econômicos e sociais, que poderão ocorrer durante e após a implantação do cultivo de eucalipto.

Dessa forma, o CAR, torna-se uma ferramenta de grande auxílio, para obtenção de dados para estudo e tomada de decisões, pois apresenta características referentes ao georreferenciamento da área, permitindo assim a escolha do local mais adequado para o cultivo, além de possuir informações de caracterização da área de atividade rural e ser usado como ferramenta para realização mais precisa da AIA.

REFERÊNCIAS

- BLUM, C. T. BORGIO, M. B. SAMPAIO, A. C. F. Espécies exóticas invasoras na arborização de vias públicas de Maringá-PR. **RevSBAU**. Piracicaba, v.3, n.2, p.78-97, jun. 2008.
- BRASIL. Constituição (1986). Resolução do Conama nº 001, de 23 de janeiro de 1986. **Resolução Conama Nº 001, de 23 de Janeiro de 1986**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 25 abr. 2017.
- BRASIL. Decreto nº 7.830, de 17 de outubro de 2012. Dispõe sobre o Sistema de Cadastro Ambiental Rural, o Cadastro Ambiental Rural, estabelece normas de caráter geral aos Programas de Regularização Ambiental. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, Brasília, DF, 17 out. 2012.
- BRASIL. Decreto-lei nº 7.830, nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, Brasília, DF, 25 out. 2012.
- CREMONEZ, F. E. et al. Avaliação de impacto ambiental: metodologias aplicadas no Brasil. **Revista Monografias Ambientais**. Santa Maria, v. 13, n. 5, p.3821-3830, 16 nov. 2014.
- EMBRAPA, **Agência de Informação** Embrapa.
- FERRAZ, F. B; FELIPE, T. J. S. Análise Comparativa Entre Avaliação e Estudo De Impacto Ambiental. **Revista do Programa de Pós-Graduação em Direito da UFC**, Fortaleza, v. 32, n. 2, p.139-156, dez. 2012.
- FREITAS JUNIOR, G.; MARSON, A. A.; SOLERA, D. A. G. Eucaliptos no vale do Paraíba paulista: aspectos geográficos e históricos. **REVISTA GEONORTE**. São Paulo, v.1, n.4, p.221 – 237, ed. esp,

2012.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: UFRGS, 2009. 114 p.

GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social / Antonio Carlos Gil. - 6. ed. - São Paulo: Atlas, 2008.

IBÁ. Indústria Brasileira de Árvores. **Relatório 2017**. Disponível em: http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2017.pdf. Acesso em: 22 nov.2017.

JOSH, M.; PALANISAMI, K. Impact of eucalyptus plantations on ground water availability in south karnataka. **International Congress on Irrigation and Drainage**, Tehran, p.255-262, Out.2011.

LEITE, F. P. et al. Alterations of Soil Chemical Properties by Eucalyptus Cultivation in Five Regions in The Rio Doce Valley. **R. Bras. Ciênc. Solo**. Viçosa, v. 34, n.1 p.821-831, maio/junho 2010.

MOLEDO, J. C. et al. Impactos Ambientais Relativos à Silvicultura de Eucalipto: uma análise comparativa do desenvolvimento e aplicação no plano de manejo florestal. **Geociências**, São Paulo, v. 35, n. 4, p.523-526, ago. 2016.

NOBRE, B. A.; LEITE, M. E.; Monocultura do Eucalipto, Impacto Ambiental na Bacia do Canabrava, no Norte de Minas Gerais. **Vitas**, Rio de Janeiro, v.4, p.1-8, out. 2012.

OLIVEIRA, M. F. **Metodologia científica**: manual para a realização de pesquisas em Administração. Goiás: Catalão, 2011. 72 p.

PELLIN, A. et al. Avaliação Ambiental Estratégica no Brasil: considerações a respeito do papel das agências multilaterais de desenvolvimento. **Eng Sanit Ambient**, São Paulo, v. 16, n. 1, p.27-36, jan/mar. 2011.

PERES, M. B. VERCILLO, U. E. DIAS, B. F. S. Avaliação do Estado de Conservação da Fauna Brasileira e a Lista de Espécies Ameaçadas: o que significa, qual sua importância, como fazer? **Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade**. Brasília, n. 1, p. 45-48, 2011.

SAMPAIO, A. B. SCHMIDT, I. B. Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais do Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, Brasília, v. 2, n. 3, p. 32-49, 2013.

SANDOVAL, M. S; CERRI, L. E. S. Proposta de Padronização de Avaliação de Impactos Ambientais. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 2, P.100-113, ago. 2013.

SANTAROSA, E.; PENTEADO JÚNIOR, J. F.; GOULART, I. C. G. **Transferência de tecnologia florestal: cultivo de eucalipto em propriedades rurais: diversificação da produção e renda**. Brasília: Embrapa, 2014. 138 p. ISBN 976-85-7035-400-6.

SANTOS, M. R.; VARELA, S. A Avaliação como um Instrumento Diagnóstico da Construção do Conhecimento Nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental. **Revista Eletrônica de Educação**, Filadélfia, v. 1, n. 1, p.01-14, dez. 2008.

SILVA, F. R. Avaliação Ambiental Estratégica como Instrumento de Promoção do Desenvolvimento Sustentável. **Direitos Fundamentais & Democracia**, Curitiba, v. 8, n. 8, p.301-329, jul/dez. 2010.

A IMPORTÂNCIA DO USO DE WETLANDS PARA A RESTAURAÇÃO DE RIOS

Gabriela Doce Silva Coelho de Souza

Graduanda Engenharia Sanitária e Ambiental,
Universidade Federal do Pará.

Belém – Pará

Arthur Aviz Palma e Silva

Graduando Engenharia Civil, Universidade
Federal do Pará.

Belém – Pará

Caroline Menezes Azevedo

Graduanda Engenharia Civil, Universidade
Federal do Pará

Belém – Pará

Rita de Cassia Monteiro de Moraes

Doutorando em Engenharia de Recursos Naturais
da Amazônia, Universidade Federal do Pará

Belém – Pará

RESUMO: A situação de diversos rios Brasileiros é precária, os altos índices de poluição estão presentes em grande parte deles e os custos para a despoluição são altos e envolvem processos demorados, cujos resultados muitas vezes não ocorrem durante o período almejado. Soluções alternativas para a recuperação de rios são necessárias, como é o caso do uso de wetlands. As wetlands são zonas molhadas, zonas de várzeas com grandes áreas inundadas e características ecológicas destacando-se a capacidades de regularizar os fluxos de água, controlar e melhorar a qualidade das águas. São ecossistemas que refletem a caracterização da

fauna e a flora. São formas alternativas para a recuperação de canais, lagoas, rios, pois tratam o efluente absorvendo os nutrientes bons para as plantas e, assim, diminuem a poluição. Promovem recursos para as pessoas, como comida, materiais para construção e para roupas. O custo da despoluição é menor do que a metade gastada em estações de tratamento de águas residuais convencionais, segundo a empresa Biomatrix. Isso é possível graças à integração e ativação do ambiente fluvial circundante. A utilização desse ecossistema mostrou resultados positivos na China e Filipinas, onde canais em situação alarmante foram revitalizados e hoje são exemplos de desenvolvimento sustentável.

PALAVRAS-CHAVE: Wetlands; Rio; Desenvolvimento Sustentável

ABSTRACT: The situation of most Brazilian Rivers is precarious, the high levels of pollution are present in most of them and the costs for depollution are high and involve long processes, and their results often do not occur during the desired period. Alternative solutions for the recuperation of rivers are necessary, as the example of the use of wetlands. The wetlands are wet areas, floodplain areas with large flooded areas and ecological characteristics, emphasizing the ability of regulate water flows, control and improve water quality. They are

ecosystems that reflect the characterization of the fauna and flora. They are alternative ways to recovery canals, ponds, rivers, because they treat the effluent absorbing the good nutrients for the plants, reducing the pollution. They provide resources for people such as food, building materials, and clothing. The costs for depollution are less than half spent in conventional wastewater treatment plants, according to Biomatrix. This is possible due the integration and activation of the surrounding fluvial environment. The use of this ecosystem has shown positive results in China and the Philippines, where polluted rivers were revitalized and are now examples of sustainable development.

KEYWORDS: Wetlands; River; Sustainable development.

1 | INTRODUÇÃO

A Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938) tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida. Visa assegurar condições ao desenvolvimento socioeconômico e a destinação de resíduos de esgotos sanitários e de resíduos sólidos urbanos. Segundo a NBR 9648 (ABNT, 1986) esgoto sanitário é o despejo líquido constituído de esgotos doméstico e industrial, água de infiltração e a contribuição pluvial parasitária. Ainda segundo a mesma norma, esgoto doméstico é o despejo líquido resultante do uso da água para higiene e necessidades fisiológicas humanas; esgoto industrial é o despejo líquido resultante dos processos industriais, respeitados os padrões de lançamento estabelecidos; água de infiltração é toda água proveniente do subsolo, indesejável ao sistema separador e que penetra nas canalizações; contribuição pluvial parasitária é a parcela do deflúvio superficial inevitavelmente absorvida pela rede de esgoto sanitário.

Entretanto, somente 48,6% da população brasileira têm acesso à coleta de esgoto, ou seja, quase mais de 100 milhões de brasileiros ainda estão carentes desse tipo de serviço (SNIS, 2014). Somente 40% dos esgotos do país são tratados, onde a Região Norte apresenta o pior índice apresentando apenas 14,36% de esgoto tratado entre todas as regiões. (ITB, 2015).

São despejados milhões de metros cúbicos de esgoto *in natura* em corpos de água todos os dias. Variando no espaço, em função do clima, hábitos culturais, além de variar ao longo do tempo, tornando complexa sua caracterização (METCALF & EDDY, 1991). São inúmeras as doenças que podem ser transmitidas pela falta da disposição adequada de esgoto sanitário (NUVOLARI, 2003). Isso não ocorre somente pelo esgoto, mas também pela falta de tratamento e finalização indevida do lixo urbano.

Os custos para a despoluição de rios são altos e envolvem processos demorados, cujos resultados muitas vezes não ocorrem no período almejado. As Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) é uma solução prévia ao despejo, a qual permite o efluente seguir a resolução de nº 430 do CONAMA, porém os projetos de requererem excelência profissional, seriedade administrativa, envolvimento, empenho e firme compromisso do poder público e do setor privado, além do apoio e participação de toda

a comunidade. Dessa forma, visando um futuro sustentável, é necessário encontrar outras soluções alternativas para a recuperação de rios, como é o caso do uso de wetlands.

2 | METODOLOGIA

Primeiramente, foram realizadas revisões bibliográficas a respeito dos conceitos gerais sobre wetlands, funções e aplicações com o intuito de aprofundar mais o assunto para posterior análise. Em seguida foram realizadas discursões sobre o assunto, a fim de comparar a melhora e necessidade eminente da aplicação de wetlands como forma de melhorar a qualidade da água de rios atuais.

3 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo Schuyt e Brander (2004) a palavra wetland é um termo de uso internacional, pode ser traduzida como área úmida que abrange o conjunto de diversos tipos de ecossistemas úmidos existentes que ocupam cerca de 6% da superfície terrestre. São sistemas naturais que ficam total ou parcialmente inundados durante o ano.

Os primeiros estudos realizados no Brasil decorreram das observações feitas nas várzeas (terrenos de planícies cultiváveis próximas a rios) amazônicas. Os lagos recebem água durante as cheias e, posteriormente, durante o período vazante alguns chegam a diminuir muito as áreas inundadas. As características físicas da água dos rios ficam modificadas ao saírem desses lagos. Os nutrientes existentes são utilizados para a produção de biomassa que alimenta a fauna do local (SALATI, 2010).

As características e as propriedades desses ecossistemas variam gradativamente dependendo da geologia, condições climáticas. Entre as características ecológicas destacam-se a capacidade de regularização dos fluxos de água; capacidade de controlar e melhorar a qualidade das águas; esses ecossistemas refletem ainda, a história da evolução biológica que acabaram por caracterizar a fauna e a flora associadas.

Diante de inúmeras funções três merecem principal destaque. A primeira é o desempenho regulamentador ecológico por meio de processos que contribuem para a saúde ambiental. Exemplos são a reciclagem de nutrientes humanos, proteção de bacias hidrográficas e regularização climática. A segunda função das wetlands é chamada função de carreira, onde as wetlands promovem, no espaço, atividades tanto para assentamento humano, quanto para cultivo, produção de energia e um habitat para animais. Por fim, as wetlands promovem recursos para as pessoas, como comida, materiais para construção e para roupas.

Essas áreas úmidas são eficientes, de acordo com estudos, em remover, degradar e reter nutrientes, compostos orgânicos e inorgânicos naturais ou sintéticos, materiais

tóxicos que fluem por estes ambientes, desse modo é possível tratar o esgoto retido (SAHAGIAN; MELACK, 1998). Também podem filtrar as impurezas carregadas pela água dos rios, além de regular o volume da água dos ambientes aquáticos na ocasião de grandes chuvas e são grandes reservatórios de carbono (IBAMA, 2010).

Fuzhou, China, uma cidade com, aproximadamente, três milhões de habitantes foi o exemplo da aplicabilidade desse sistema. A cidade que possuía canais cheios de lixo, esgoto in natura e sedimentos, adotou living machines (filtros de infraestrutura verde flutuante contra a poluição e reatores de oxigenação da água) instalada ao longo de 600m do canal de Baima, que recebia esgoto de 12.000 pessoas, criando um afluo de 750.000 galões por dia de esgoto não tratado. Após um ano de operação, as águas ao longo do canal se tornaram claras, sem odor desagradável e ainda contendo muitos peixes e pássaros. Os índices de amônia, conforme tabela 1, sofreram redução de 40 mg/l para menos de 15 mg/l e DBO de 240 mg/L para 19 mg/L durante o resultado preliminar, enquanto o oxigênio dissolvido aumentou de 0,3 a 0,5 mg/L (CHARMAN, 2004).

	Influent	Effluent Desing	Preliminary Results	Reduction
COD mg/l	480	< 50	40	92%
BOD mg/l	240	< 30	19	92%
NH3 mg/l	40	< 15	N/A	N/A
TSS mg/l	-	-	20	-

Tabela 1 – Resultados preliminares das análises de água do canal urbano Fuzhou,

China. Outro caso foi à revitalização da paisagem do canal filipino, que antes era destino final de lixo e esgoto. O uso de ilhas artificiais, de aproximadamente 110 m², cobertas por plantas aquáticas capazes de filtrar poluentes. O custo da despoluição é menor do que a metade gasta em estações de tratamento de águas residuais convencionais, segundo a empresa. Isso é possível graças à integração e ativação do ambiente fluvial circundante.

4 | DISCUSSÃO E RESULTADOS

É definido que as ETEs convencionais custam milhões e apenas conseguem manter os níveis de poluição estacionários. Por isso é preciso buscar uma forma de reintroduzir a lógica da natureza cuidando dela mesma pode custar menos e ser mais efetivo.

A empresa escocesa Biomatrix Water, trabalha com o resgate de rios, córregos e lagos urbanos com ilhas artificiais capazes de fazer a recuperação microbiológica de águas poluídas, como foi o caso da melhora do canal do Paco em Filipinas. Cada ilha atua com um pequeno reator por onde a água poluída entra e é levada por pequenas

bolhas para outras estruturas cilíndricas e porosas, abaixo da superfície da ilha flutuante, que é usada como suporte inicial de vida para os biofilmes, comunidades bem estruturadas de bilhões de bactérias anaeróbicas que quebram a poluição orgânica e de metais pesados pela desnitrificação. As raízes das plantas e dos corais criam condições para o surgimento dessas colônias de bactérias.

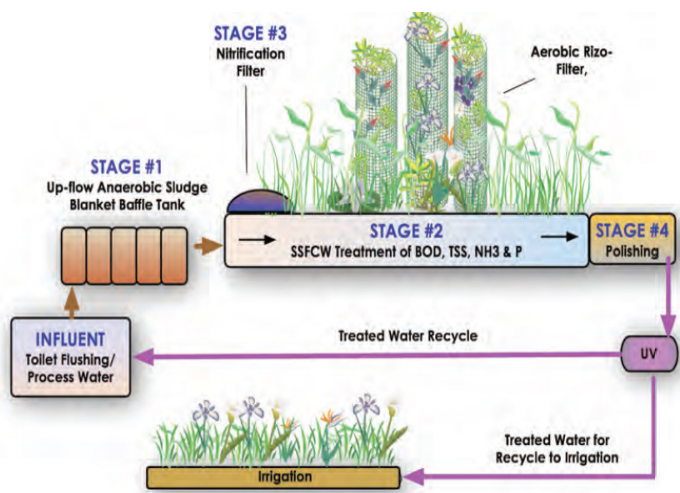


Figura 1 – Esquema de filtro presente na *living machines*

As ilhas são construídas com materiais recicláveis com vida útil de 20 a 50 anos. Variando entre dois mil e vinte mil dólares os custos. O sistema é modular e pode ser usado como uma ilha que flutua ou pode ser construído fixamente também em áreas onde há descarga de água poluída, como uma central de tratamento, mas por metade do valor de uma.

Dessa forma, foram comparadas análises de águas provenientes do Rio Pinheiros (localizado em São Paulo) e Tucunduba utilizando dados adquiridos de ALMEIDA (2004), DAMATO (2013) e da empresa Biomatrix foi possível gerar a seguinte tabela:

Parâmetros Analisados	Amostras		
	Rio Pinheiros	Tucunduba	Biomatrix
Amônia	14,73	2,89	2,50
DBO	61,20	13,68	5,00
CF	10 ⁶	-	500,00
TSS	300,00	126,84	8,00

Tabela 2 – Resultados das análises de água com e sem a presença de wetlands.

Vale ressaltar a escolha do Rio Pinheiros girou em torno do rio ser um dos mais poluídos do Brasil e o Tucunduba por ser o presente na região metropolitana de Belém com problemas críticos perceptíveis a olho nu. A água analisada pela empresa Biomatrix é a resultante do efluente final após a passagem por todos os processos de tratamento da ilha flutuante.

É considerável a melhora qualidade dos índices do tratamento por wetlands daqueles que não possuem o mesmo sistema. Durante a elaboração do trabalho não foi possível afirmar se há tratamento prévio de efluentes despejados nos rios

analisados, mas é correto afirmar que dos seus poucos parâmetros analisados não são adequados para um corpo hídrico o qual milhares de pessoas vivem perto e muitas vezes os utilizam.

Portanto, a valorização da várzea local é necessária para a saúde do rio, pois tantas das funções reguladoras citadas anteriormente são indispensáveis para a qualidade da água do corpo.

Segundo estudos, com a aplicação de wetlands a primeira melhoria é a eliminação do odor proveniente do despejo de esgoto e lixo, como formas de poluição. Dados da empresa garantem a redução de amônia na água com o uso da tecnologia é de mais de 47% e de coliformes fecais de até 52% em alguns casos. Com o tempo, pequenos peixes criam hábitat sob as ilhas artificiais, que podem servir como viveiros para aves selvagens e outras espécies de plantas.

5 | CONCLUSÃO

A degradação da qualidade dos ambientes urbanos de metrópoles impõe a busca por alternativas as quais devem levar em conta o valor dos investimentos a serem impostos. Embora sejam bem conhecidas às eficiências para diferentes parâmetros falta ainda pesquisa básica para o estudo dos processos que ocorrem dentro dos sistemas de “wetlands”, especialmente na remoção de nutrientes.

Entretanto, ainda é possível admitir a melhora considerável da água por meio de wetlands. Um modo de tratamento sustentável e viável financeiramente evita desperdício excessivo de verbas públicas. Podendo ser utilizada tanto de forma natural pela criação costeira de plantações de várzeas no decorrer do rio, ou como ilhas criadas por empresas ambientais classificadas como living machines para uma resposta mais rápida e completa.

A aplicação de wetlands próximo a rios é a solução mais viável econômica e ambientalmente. Visa em todo o seu corpo desenvolvimento sustentável ao consertar as condições passadas objetivando o melhor para as gerações futuras.

REFERÊNCIAS

CHARMAN, K. “**A Sewer Becomes a Water Park.**” **Yes! Magazine.** Winter 2004: Whose Water? Disponível em < <http://www.yesmagazine.org/issues/whose-water/karen-charman-a-sewer-becomes-a-water-park>>. Acesso em: 29/02/2016

EMPRESA BIOMATRIX WATER. **Multi-stage Recirculating Water.** Disponível em: <<http://www.biomatrixwater.com/>>. Acesso em: 29/02/2016.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Saneamento no Brasil.** Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/saneamento-no-brasil>>. Acesso em: 29/02/2016.

METCALF & EDDY INCORPORATION. **Wastewater Engineering: treatment and reuse.**

McGraw-Hill. Ed. 4, p. 1818. 2003.

NUVOLARI, A. **Esgoto sanitário: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola.** Edgard Blucher: São Paulo, 2003.

SAHAGIAN, G.; MELACK, J. **Global wetlands distribution and functional characterization: trace gases and the hydrologic cycle.** Santa Barbara, 1998.

SALATI, E. **Controle de qualidade de água através de sistemas de wetlands construídos.** FBDS – Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável. Rio de Janeiro, 2010.

SCHUYT, K.; BRANDER, L. **Living Waters. Conserving the source of life. The Economic Values of the World's Wetlands.** WWF-International. January 2004. 32p.

A INTERDISCIPLINARIDADE NO ENSINO DE CIÊNCIAS: UM OLHAR PARA A CHUVA ÁCIDA

Adriane Trindade Sarah

Universidade do Estado do Pará
Belém – Pa

Filipe Victor Portal Ribeiro

Universidade do Estado do Pará
Belém – Pa

Ionara Antunes Terra

Universidade do Estado do Pará
Belém – Pa

de prevenção. Com os resultados, constatou-se que é salutar a utilização de ferramentas e metodologias alternativas para elevar aprendizagem em especial através de uma abordagem interdisciplinar aliada a aplicação de recursos inovadores e didáticos, buscando uma melhor compreensão de temas relevantes do ensino de Ciências.

PALAVRAS-CHAVE: Interdisciplinar; Metodologia; Chuva Ácida.

RESUMO: A proposta deste artigo foi a abordagem de temáticas ambientais buscando uma metodologia alternativa de ensino/aprendizagem e formas interdisciplinares de relacionar conteúdos de Ciências (Química, Física e Biologia) com o cotidiano dos alunos. Desenvolvendo a temática “Chuva Ácida, Sociedade e Meio Ambiente” em uma turma do 9º ano de uma escola de ensino fundamental, localizada na cidade de Belém-PA, utilizou-se ferramentas que fogem da metodologia comum implementadas em sala de aula, como o uso de paródias, um jogo digital e moléculas 3D. Para coleta de dados foi aplicado um questionário antes e após o desenvolvimento do tema. Foram desenvolvidos conceitos e características de compostos ácidos e básicos encontrados no dia-a-dia, mudanças de estados físicos da água, assim como as causas que levam a formação da chuva ácida, suas consequências e formas

ABSTRACT: The proposal of this article was the approach of environmental themes seeking an alternative methodology of teaching / learning and interdisciplinary ways of relating contents of Sciences (Chemistry, Physics and Biology) to students’ daily life. Developing the theme “Acid Rain, Society and Environment” in a class of the 9th grade of a elementary school, located in Belém city, PA, tools were used that deviate from the common methodology implemented in the classroom, as the use of parodies, a digital game and 3D molecules. For data collection, a quiz was applied before and after the development of the theme. It was developed Concepts and characteristics of acid and basic compounds found in daily life, changes in physical states of water, as well as the causes that lead to the formation of acid rain, its consequences and prevention forms. With the results, it was noticed that the use of tools

and alternative methodologies to raise learning in special through an interdisciplinary approach, together with the application of innovative and didactic resources, seeking a better understanding of relevant subjects of Science teaching.

KEYWORDS: Interdisciplinary; Methodology; Acid rain.

1 | INTRODUÇÃO:

A chuva ácida não é um problema recente, a mesma deriva-se desde o período da Revolução Industrial. (Jesus, 1996). Porém, o surgimento da expressão “chuva ácida” veio no século XIX. Já nesse período verificou-se que a queima de carvão, a decomposição de matéria orgânica, a frequência e quantidade de chuva, entre outros fatores, influenciavam diretamente a composição química da precipitação da chuva. (Cowling, 1982; Fornaro, 2006).

Estudos aprofundados sobre as chuvas ácidas indicam que este fenômeno ocorre, principalmente, em regiões mais industrializadas, as quais são afetadas por ações antrópicas. Contudo, os efeitos dessas interferências humanas acabam retornando e precipitam de volta para a própria sociedade (Marques, 2006; Callegaro, 2015).

A chuva ácida não só é consequência da emissão de gases poluente, mas como também é causadora de diversos problemas ambientais, como a liberação de metais pesados a partir da sua infiltração nos solos, a degeneração da vida aquática devido ao aumento de acidez dos rios; assim como danos à saúde humana, como doenças respiratórias e de pele. (Jesus, 1996)

Sendo assim, a chuva ácida é um assunto de grande relevância a ser abordado em turmas de 9º ano, visto que é quando os assuntos específicos de ciências (química, física e biologia) tornam-se mais evidentes, possibilitando um melhor entendimento das causas e processos que levam a esse fenômeno consequente das ações antrópicas. Portanto, é fundamental o ensino e esclarecimento em torno deste assunto visando a prevenção e diminuição das consequências danosas causadas por este fenômeno.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Chuva Ácida

2.1.1 Conceito

O termo “chuva ácida” surgiu a partir da constatação de um aumento na acidez da água que precipitava em várias regiões do planeta (Fornaro, 2006). Cientificamente, toda substância que possui $\text{pH} < 6$ é considerada ácida. Contudo, com os avanços industriais e a liberação constante de gases poluentes, geralmente as chuvas precipitadas possuem pH em torno de 5, mas para uma chuva ser considerada de fato como ácida, ela deverá possuir um $\text{pH} < 4,5$.

De acordo com FORNARO (2006), a precipitação ácida não é um fenômeno limitado pela presença de chuva, pode ocorrer como deposição seca ou úmida. Portanto, atualmente, o conceito mais adequado para o fenômeno da chuva ácida é “deposição ácida”. Porém, o termo “chuva ácida” é aceito por convenção e aceitação no senso comum da sociedade.

2.1.2 Causas e Consequências

O fenômeno da chuva ácida é causado pela liberação de gases poluentes, os quais são mais frequentes em locais altamente industrializados; e formados através da queima de combustíveis fósseis, que segundo CROWTHER e RUSTON (1911); COWLING (1982), a chuva ácida afeta a fixação de nitrogênio no solo. Contudo, os gases poluentes mais conhecidos são dióxido de enxofre (SO_2), que segundo LISBOA e SANT’ANNA (1990); COWLING (1982), a emissão de enxofre é a principal causadora das chuvas ácidas; e o gás carbônico (CO_2).

Ao reagirem com a água da chuva, os gases formam ácidos, que elevam o pH da chuva. Ao precipitar, a chuva com o pH elevado, gera consequências danosas tanto para o meio ambiente quanto para a saúde humana. São exemplos de efeitos a lixiviação dos solos, degradação da biota aquática, corrosão das folhas de plantas e de monumentos históricos, de acordo com o biólogo Knut Dahl citado por COWLING (1982); e também problemas respiratórios como asma e bronquite, pois, segundo o patologista Saldiva mencionado por JESUS (1996), as partículas ácidas presentes na chuva têm efeito acumulativo sobre o organismo.

As causas da liberação de poluentes podem ser tanto naturais (vulcões, gados) quanto devidas à ação antrópica (indústrias). Tais fontes também são identificadas como estacionárias (indústrias em geral, postos de gasolina, vulcões, etc.) e móveis (veículos em geral). Sendo assim, na atmosfera encontra-se grandes variedades de poluentes, que inicialmente são definidos como: poluentes primários – aqueles emitidos diretamente pelas fontes (SO_2 , NO , NH_3 , hidrocarbonetos, material particulado, etc.); poluentes secundários – aqueles formados na atmosfera através de reação química entre poluentes primários e constituintes naturais da atmosfera (O_3 , H_2O_2 , ácidos sulfúrico e nítrico, etc.). (Fornaro, 2006)

2.1.3 Importância no Ensino

O estudo significativo do fenômeno da chuva ácida desperta o interesse do aluno devido a facilidade de identificar os elementos e as reações químicas a partir da observação. Esse processo de associação e análise das emissões de gases e da precipitação da água, reforçam o desenvolvimento do senso crítico do aluno e corroboram para que o assunto seja compreendido desde a sua composição química, as mudanças de estado físico da água, até as consequências biológicas. Sendo assim, engloba as ciências naturais como um todo, obedecendo a transversalidade

obrigatória imposta pelos PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais).

Por ser um tema presente no cotidiano, está diretamente relacionado com a abordagem CTS/CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente), é de fácil contextualização, além de ser um assunto de dimensão global. O tema desperta a curiosidade e o exercício da cidadania dos alunos em relação a questão de prevenção da referida problemática. (Santos e Mortimer, 2000)

A Química que se ensina deve ser ligada à realidade, sendo que, quantas vezes, os exemplos que se apresentam são desvinculados do cotidiano. O que é mais importante para um estudante da zona rural? A configuração eletrônica dos lantanídeos ou as modificações que ocorrem no solo quando do uso de corretivos? E para os alunos da zona urbana, é mais importante o modelo atômico com números quânticos ou processos eletrolíticos de purificação de metais ou tratamento de água? (CHASSOT, 1990, p. 32).

Nessa perspectiva, nota-se a importância de preparar o aluno tanto para o ensino de conceitos teóricos, quanto para outros objetivos educacionais mais ligados à formação da cidadania, como o desenvolvimento de atitudes e valores. Esse ensinamento se dá através da contextualização dos assuntos abordados e o quão são próximos do cotidiano do aluno, para que o mesmo se sinta atraído pelo conhecimento. (Coelho, 2005). De acordo com SANTOS E SCHNETZLER (1997), educar para a cidadania é sobretudo desenvolver valores éticos de compromisso para com a sociedade. “Enquanto nos limitarmos a uma educação científica pura e neutra, desvinculada de aspectos sociais, a nossa contribuição será muito pouca para reverter o atual quadro da sociedade moderna.” (SANTOS; SCHNETZLER, 1997, p. 130).

De acordo com COELHO (2005), a chuva ácida representa um tema científico social, significativo principalmente para estudantes de cidades de regiões industrializadas, devido à experiência adquirida pelos mesmos nesse contexto e que parece interessá-los muito mais no debate e proposição de soluções para o problema. Assim, outros pontos deverão ser pautados na abordagem, não somente os conhecimentos científicos, considerando que as vivências empíricas possibilitam o desenvolvimento da criticidade e conseqüentemente a capacidade de solucionar problemas.

Na análise de “situações-problema”, a proposta curricular (PCN) aponta para considerações econômicas, históricas, políticas que decorrem da conjuntura local:

O ensino das ciências, estruturado de tal forma, a considerar a realidade do aluno, deve proporcionar-lhe a compreensão de seu cotidiano, para que, a partir deste entendimento, chegue a relações mais abstratas, permitindo intervir no seu meio. (SANTA CATARINA, 1998a, p. 140).

3 | METODOLOGIA

A princípio, foi questionado os conhecimentos prévios da turma, e pontuou-se as principais questões sobre o tema abordado, e de que forma a química, física e biologia se relacionam com o assunto. A partir da observação dos conhecimentos prévios dos

alunos, foram apresentados conteúdos teóricos sobre ciclo hidrológico, ácidos e bases e propriedades químicas da água e dos elementos envolvidos no processo de acidez da água e as mudanças de estado físico destes elementos, além dos conhecimentos discutidos na aula dialogada, terem sido corrigidos e complementados com a utilização de recursos midiáticos (slides, vídeos) e com a demonstração estrutural de uma molécula de água e sua reação com os ácidos que formam a chuva ácida, feitas com material alternativo. A próxima etapa partiu das discussões do que seria a chuva ácida, como ela é formada e quais suas consequências para o meio ambiente e para a saúde humana, de acordo com os conhecimentos biológicos expostos na aula.

No primeiro momento, partindo da ideia de que os alunos possuíam algum entendimento sobre chuva ácida, mesmo que alguns sejam errados, é importante saber do conhecimento prévio da turma sobre o tema proposto. Em seguida iniciou a explanação de temas específicos de cada matéria, na parte de química os alunos assistiram uma breve explicação de ácidos e bases, para entender a características desses compostos, trazendo essa noção melhor de que a chuva ácida possui suas características. Para a exemplificação das propriedades químicas da água, utilizou-se de uma ferramenta que foi a confecção de moléculas de forma artesanal, onde utilizou-se materiais simples como: bolas de isopor de tamanhos variados, palitos de madeira, tinta guache e cola de isopor. Com esses materiais os alunos tiveram uma proximidade maior com o formato das moléculas em 3D e em um tamanho macro, mostrando suas propriedades.

Com uma proposta de seguir os assuntos de forma sequencial até chegar no entendimento de chuva ácida, foram abordadas as propriedades da água e as suas mudanças de estado físico com um jogo interativo, desenvolvido pelos autores desse documento, na ferramenta PowerPoint para dar uma dinâmica maior na sala de aula e aumentar o interesse dos alunos de uma forma mais interativa, e a apresentação de vídeos paródias que ajudam na fixação de características de ácidos e bases.

Já no último momento, com o tema proposto já discutido, a aula passou para a parte que compete a biologia com as consequências ao meio ambiente e para a saúde humana levando tópicos importantes para o entendimento dos alunos, mostrando imagens de locais que já tiveram ocorrência da chuva ácida e a sua degradação. Além dos vídeos de como ocorre a chuva ácida, chuva ácida caseira (experimento), entre outros vídeos de curta duração. Após a aula, foi passado um questionário constituído de 7 perguntas sobre o tema e os recursos pedagógicos utilizados.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO:

A partir da coleta de dados, foi registrado que 42% dos participantes eram do sexo feminino e 58% eram do sexo masculino. Em relação à faixa etária, 21% apresentavam entre 12-13 anos, 79% entre 14-15 anos. A primeira pergunta questionava se os alunos

tinham conhecimentos acerca do assunto antes da exposição da aula, 42% afirmaram que sim, 58% responderam que não. Um dos aspectos que contribui com um ensino distanciado do cotidiano dos estudantes, é a priorização da memorização, onde há a priorização do ensino de conceitos em contraposição a outros objetivos educacionais mais relacionados à formação da cidadania (Coelho, 2005, p.14)

Quando questionados sobre a compreensão das causas do fenômeno, 58% apontaram as indústrias como as principais causadoras da chuva ácida, 32% mencionaram as ações antrópicas (queima de combustíveis fósseis e queimadas) e 10% demonstraram pouco entendimento sobre as causas da chuva ácida. O resultado demonstra a visão limitada que a maioria dos alunos possuía sobre a temática, tal que nenhum dos alunos associou ambos fatores causadores do fenômeno, mas destacaram cada um isoladamente. Pode-se associar esse raciocínio a teoria indutivista de SILVEIRA (1991); MOREIRA (1993) que faz analogia a análise de cisnes, visto que há cisnes brancos, mas nem todo cisne é branco; é como se o fenômeno fosse o cisne, há diversas causas para o fenômeno e diversas colorações na penugem dos cisnes, mas assim como há a associação de que todo cisne é branco, há a de que apenas um fator é responsável pela causa da acidez das chuvas.

Ao serem indagados a respeito do entendimento adquirido sobre as consequências da chuva ácida para o meio ambiente e para a sociedade, 42% destacam que era prejudicial apenas para o meio ambiente, 54% conseguiram relacionar consequências tanto para o meio ambiente quanto para a sociedade e 4% não responderam. A partir de tal resultado, é compreensível a importância de abordar temas fundamentados na integração entre conceitos científicos e discutir suas implicações na sociedade, a fim de que os alunos absorvam o conhecimento científico teórico e sejam capazes de pensar criticamente sobre os efeitos da poluição ambiental. (Coelho, 2005, p.29).

Por fim, foram realizados questionamentos sobre a aceitação dos 3 recursos metodológicos utilizados durante a exposição da aula. Referente ao jogo “**H₂O e suas fases**”, 73% afirmaram que o mesmo facilitou a compreensão sobre o processo de precipitação da chuva, porém, 27% responderam que não. Em relação a paródia musical, 96% da turma afirmaram que a exposição do mesmo ajudou no entendimento sobre as consequências da chuva ácida. Já a respeito da utilização da molécula 3D da água, 79% dos alunos ressaltaram que sim, mas 21% disseram que não. Foi observada a grande eficácia na utilização de recursos metodológicos na aprendizagem. O uso de recursos didáticos proporciona apoio para que o docente possa participar da reconstrução de conhecimentos, além de exercer uma influência real durante a aula, associando investigação com inovação. (Cachapuz, 2005, p.198).

5 | CONCLUSÃO:

Abordando a temática Chuva Ácida com a utilização de ferramentas inovadoras,

é possível inferir que esta metodologia obteve um alto nível de atenção e participação por parte dos alunos. Com o auxílio da paródia ao final da aplicação da aula, a grande maioria dos alunos conseguiu entender com maior propriedade a interdisciplinaridade e as consequências da chuva ácida, tanto para o meio ambiente quanto para a saúde humana.

Com isto, parte-se do pressuposto que com o uso de metodologias inovadoras e utilizando o tema de forma interdisciplinar, é possível contribuir para um entendimento melhor dos fatos isolados, no qual pode-se atingir o objetivo de obter uma maior compreensão do tema proposto por parte dos discentes. Logo, a metodologia desenvolvida no presente trabalho demonstrou ser de grande eficácia e pode ser utilizada como ferramenta para ser ministrado qualquer conteúdo de Ciências (Química, Física e Biologia) e obter resultados positivos com a melhoria do interesse e aprendizagem dos alunos.

REFERÊNCIAS

CACHAPUZ, Antonio et al. **A necessária renovação do ensino das ciências**. 2005.

CALLEGARO, Rafael et. Al. **Efeitos da chuva ácida em recursos florestais**. Caderno de pesquisa, série biologia. Vol. 27. Nº 3, 2015

CHASSOT, Aticco Inácio. **A educação no ensino da Química**. Ijuí: INIJUÍ, 1990.

COELHO, Juliana Cardoso et al. **A chuva ácida na perspectiva de tema social: um estudo com professores de Química em Criciúma (SC)**. 2005.

COWLING, Ellis B. **Acid precipitation in historical perspective**. Environmental science & technology, v. 16, n. 2, p. 110A-123A, 1982.

CROWTHER, Charles; RUSTON, Arthur G. **The Nature, Distribution and Effects upon Vegetation of Atmospheric Impurities in and near an Industrial Town**. The Journal of Agricultural Science, v. 4, n. 1, p. 25-55, 1911.

DOS SANTOS, Wildson Luiz Pereira; MORTIMER, Eduardo Fleury. **Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira**. Ensaio Pesquisa em educação em ciências, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2000.

FORNARO, A. Águas de chuva: conceitos e breve histórico. Há chuva ácida no Brasil? Revista USP, São Paulo, v. 70, p. 78-87, 2006.

JESUS, Emanuel F. R. et al. **A importância do estudo das chuvas ácidas no contexto da abordagem climatológica**. *Sitientibus*, Feira de Santana, Nº 14, p. 143-153, 1996

LISBOA, H. de M., SANT'ANNA, F. S. **Análise da qualidade das águas da chuva em Tubarão/SC**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA. 6. Anais. Salvador, 1990. V. 2

MOREIRA, Marco Antonio; OSTERMANN, Fernanda. **Sobre o ensino do método científico**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 10, n. 2, p. 108-117, 1993.

PEREIRA DOS SANTOS, Wildson Luiz; FLEURY MORTIMER, Eduardo. **Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira.** Ensaio Pesquisa em educação em ciências, v. 2, n. 2, 2000.

SANTOS, W. L. P. e SCHNETZLER, R. P (1997). **Educação em química: compromisso com a cidadania.** Ijuí, Editora da UNIJUÍ.

SILVEIRA, F. L. **A filosofia da ciência de Karl Popper e suas implicações no ensino da Ciência.** In MOREIRA, M. A. e AXT, R. (orgs.). Tópicos em ensino de ciências. Porto Alegre: Sagra, 1991.

_____. Secretaria de Estado da Educação e do Desporto. **Proposta Curricular do Estado de Santa Catarina: ensino infantil, ensino fundamental e ensino médio: disciplinas curriculares.** Florianópolis: COGEN, 1998^a

A LOGÍSTICA REVERSA DE CARTUCHOS E TONNERS NO MUNICÍPIO DE BELÉM-PA

Nathália Obando Maia Mendes

Embrapa Amazônia Oriental
Belém-PA

Hilma Alessandra Rodrigues do Couto

Embrapa Amazônia Oriental
Belém-PA

Thiago Sena Dantas de Oliveira

Embrapa Amazônia Oriental
Belém-PA

RESUMO: A Lei 12.305/2010 institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos - PNRS, estabelece a Logística Reversa - LR e dá responsabilidade aos partícipes do ciclo de vida de produtos. Este trabalho objetivou verificar como se dá a LR de cartuchos e tonners em Belém - PA, apresentando a destinação final destes produtos. Foi realizada uma entrevista, com vendedores de cartuchos e tonners utilizado questionário, com 5 perguntas objetivas e subjetivas. Foram realizadas até três tentativas de ligação, no mês de setembro de 2017, para 40 lojas na cidade de Belém. A maioria, quando souberam o tema (LR), recusaram a participar da pesquisa. Foram entrevistadas 11 lojas, das quais 6 lojas que não realizam e não sabem o que é LR, nenhuma manifestou interesse em implementar. Quando questionados sobre “Como é realizado o processo de LR?” das 5 Lojas que realizam a LR, 2 não souberam

explicar o procedimento; 3 Lojas disseram que recebem na própria Loja e destas, 1 também manda buscar na casa do consumidor. Os cartuchos e tonners coletados em boas condições são reutilizados para revenda; os que não estão em boas condições são descartados no lixo comum por duas lojas e enviados para incineração por uma entrevistada. Foi possível observar que no município de Belém, o nível de conhecimento dos responsáveis pelo ciclo de vida dos produtos cartuchos e tonners, em sua maioria desconhecem a legislação vigente e não executam o que rege a Lei.

PALAVRAS-CHAVES: Logística Reversa, Cartuchos e Tonners e Resíduos Sólidos.

1 | INTRODUÇÃO

Tendo em vista as projeções do crescimento populacional feito pela Organização das Nações Unidas - ONU, a população mundial deve atingir, até 2050 a casa dos 9 bilhões de habitantes. Este fato traz consigo diversos fatores sociais, principalmente a intensificação dos problemas ambientais, como por exemplo, a geração desenfreada de resíduos sólidos seguido pela deficiência da gestão e gerenciamento dos mesmos.

De acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos

Especiais (ABRELPE, 2015), estima-se que o Brasil gera cerca de 79,9 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos por ano, vulgarmente conhecido como “lixo urbano”, no qual a sua composição varia de população para população, dependendo da condição socioeconômica da mesma, sendo composta por matéria orgânica, papel e papelão, vidros, metais, plástico e outros.

Dentre essa composição, a geração exacerbada de resíduos eletrônicos, atualmente começou a ganhar espaço para discussões, por conta das dificuldades de destinação final ambientalmente adequada, já que são materiais que possuem a vida útil programada para serem cada vez mais curtas, além de que em suas composições são encontradas substâncias tóxicas, como o mercúrio, cádmio e chumbo que podem contaminar o meio ambiente, se tornando, assim, um desafio mundial a ser resolvido.

Em 2016 foi liberado um relatório do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), onde cita que a indústria eletrônica gera a cada ano cerca de 41 milhões de toneladas de lixo eletrônico no mundo, e segundo previsões, este número pode chegar até 50 milhões de toneladas em 2017, onde cerca de 90% desse tipo de resíduo é descartada de modo inadequado, sendo que no Brasil foi produzido cerca de 1.4 milhões de toneladas desse tipo de resíduo (PNUMA, 2014 citado por ONU).

Para minimizar os problemas relacionados ao despejo inadequado de resíduos, o Brasil criou, em 2010, a Lei 12.305 que institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), que estabelece a logística reversa e dá responsabilidade aos atores partícipes do ciclo de vida de produtos, dentre eles, os resíduos eletrônicos e seus componentes. A implantação desta Lei representa um avanço na política ambiental nacional.

Porém, apesar do Brasil ser um dos poucos países que possui uma legislação vigente em relação a destinação de resíduos eletrônicos, a cidade de Belém, está na contramão tanto da PNRS (BRASIL, 2010) quanto da Política Estadual do Meio Ambiente (PARÁ, 1995), visto que o município, não possui uma política definida no que concerne ao destino a ser dado para os resíduos eletroeletrônicos produzidos, e os fabricantes e fornecedores, não dispõem de um local adequado para os consumidores que precisam descartá-los.

Tendo em vista a relevância da logística reversa para a diminuição da disposição inadequada dos resíduos eletroeletrônicos e seus componentes, este trabalho tem como objetivo verificar como se dá o processo de logística reversa para os itens cartuchos e tonners na cidade de Belém, apresentando a destinação final destes produtos após passarem pelo processo de logística reversa.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área de estudo

A cidade de Belém, capital do estado do Pará, limita-se ao norte com a baía de

Marajó, a leste, com os municípios de Marituba e Ananindeua, a oeste e ao sul, com o rio Guamá (PARÁ, 1995), situada na região Norte do país, possui as coordenadas geográficas 01°27'20"S e 48°30'15"W, cuja altitude média é de 4 m em relação ao nível do mar (GUTIERREZ. et al, 2016).

O Município foi fundado no dia 12 de janeiro de 1616, e está dividido em 8 distritos administrativos, 71 bairros e a porção insular composta por 39 ilhas (GUTIERREZ. et al, 2016), no qual é distribuída numa área de 1059,458 km², com uma população aproximada de 1.393.399 habitantes (IBGE, 2016).

2.2 Caracterização da pesquisa

Caracterizamos a pesquisa realizada neste trabalho como exploratória e descritiva, assim discriminadas:

1. A pesquisa exploratória visa proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses. Envolve levantamento bibliográfico; entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado; análise de exemplos que estimulem a compreensão. Assume, em geral, as formas de Pesquisas Bibliográficas e Estudos de Caso. (SILVA; MENEZES, 2005).

Desta forma, foi realizada uma entrevista, com os donos de lojas de equipamento eletrônicos de Belém, mais precisamente com revendedores de cartuchos e tonners sobre a implementação da logística reserva no município.

2. A pesquisa descritiva, visa descrever as características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis. Envolve o uso de técnicas padronizadas de coleta de dados: questionário e observação sistemática. Assume, em geral, a forma de Levantamento. (GIL 2008).

Foi utilizado questionário padronizado, com 5 perguntas, objetivas e subjetivas, sobre a logística reversa.

2.3 Amostra e Coleta de dados

Para escolha da área amostral, foi realizado uma pesquisa no “Site” de busca “Google” com as palavras chaves: Empresas de venda de cartuchos e tonners em Belém. Foram listadas, a partir do resultado da busca, as lojas situadas na cidade de Belém, sendo descartadas as que se situam nos demais municípios da região metropolitana.

A partir da listagem, foram realizadas até três tentativas de ligação, no mês de setembro de 2017, para que as lojas respondessem ao questionário, sempre deixando o atendente a vontade para responder ou não as perguntas.

Foram entrevistadas 11 lojas, em sua maioria, o próprio dono do empreendimento respondeu ao questionário.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram listadas e abordadas 40 lojas de venda de cartuchos e tonners na cidade de Belém, das quais, a maioria, quando souberam que a pesquisa era sobre Logística Reversa, recusaram a participar da pesquisa. 11 Lojas responderam ao seguinte questionário:

1 - A quanto tempo vocês estão no mercado?

2 - Qual o porte da sua loja?

3- Você realiza logística reversa?

4- Se não, você pretende implementar esse processo?

5- Se sim, como é realizado o processo na loja de vocês?

A primeira pergunta foi feita com o intuito de verificar o tempo, em anos, em que as lojas estão no mercado e comparar com o ano de implantação da Política Nacional de Resíduos Sólidos, que data de 2010, sendo que, atualmente a Lei possui 7 anos. Das 11 Lojas entrevistadas, 6 possuem de Zero a 7 (sete) anos no mercado, ou seja, foram criadas a partir da implantação da Lei e 5 possuem mais de 8 anos de funcionamento.

A segunda pergunta objetivou retratar o porte das lojas, sendo que 7 lojas são de médio porte, 2 de grande e 2 de pequeno porte. Vale ressaltar que, atualmente, um dos critérios para uma empresa crescer é a preocupação com o meio ambiente. Uma empresa que demonstra responsabilidade ambiental é mais requisitada no mercado que as demais.

Quando questionados sobre a realização da logística reversa, 2 lojas disseram não saber do que se trata. De acordo com a PNRS, a logística Reversa é um instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada, e os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, devem implementar, independente do sistema público (BRASIL, 2010).

Ainda referente a terceira pergunta, 5 responderam que realizam e 4 não realizam a logística reversa.

As lojas que afirmaram não realizar a Logística Reversa e as que não sabem do que se trata, somando 6 Lojas, foram questionadas se implementariam a Logística reversa. Nenhuma respondeu sim à pergunta, 5 disseram que não implementariam e 1 disse que talvez implementaria. De posse destes dados, pode-se inferir, que os Lojistas não têm o conhecimento sobre a legislação e/ou não se preocupam com a destinação de seus produtos, mesmo sendo um dos assuntos mais abordados atualmente, por conta das problemáticas que a disposição incorreta acarreta, sendo

que a Organização Internacional de Polícia Criminal (INTERPOL, 2015), estima que o valor do lixo eletrônico não registrado e informalmente manuseado, incluindo os que são comercializados ilegalmente e despejados, encontra-se entre 12,5 a 18,8 bilhões de dólares por ano, ou seja, todos esses resíduos eletrônicos descartados poderiam gerar renda ao país, além de empregos (ONUBR, 2015).

Segundo a Associação dos Profissionais de Logística na Amazônia - ASPLAM (2014) do estado do Pará, existem três fatores que estimulam o retorno de produtos:

1. Consciência cada vez maior da população para a necessidade de reciclar e de se preocupar com o meio ambiente;
2. Melhores tecnologias capazes de reaproveitar componentes e aumentar a reciclagem;
3. Questões legais, quando a legislação obriga que as empresas recolham e dêem destino apropriado aos produtos após o uso.

Quando questionados sobre “Como é realizado o processo de Logística Reversa?” Das 5 Lojas que afirmaram que realizam a Logística Reversa, 2 não souberam explicar o procedimento e 3 Lojas disseram que realizam e os cartuchos e tonners coletados em boas condições são reutilizados para revenda, e os que não estão em boas condições são descartados no lixo comum por duas lojas e enviados para incineração por uma entrevistada.

Esta pergunta evidencia novamente a falta de conhecimento sobre o que de fato caracteriza a Logística Reversa e a obrigatoriedade dos Lojistas em implementarem o processo na cidade de Belém.

4 | CONCLUSÕES

Diante dos dados coletados, foi possível observar que no município de Belém, o nível de conhecimento dos responsáveis pelo ciclo de vida dos produtos cartuchos e tonners, em sua maioria desconhecem a legislação vigente e não executam o que rege a Lei.

Mesmo algumas Lojas afirmando que realizam a logística reversa, das 11 Lojas entrevistadas, apenas 1 executa o processo de logística reversa adequadamente e afirma fazer a destinação adequada dos resíduos que não estão passíveis de reutilização, que é a premissa da Logística reversa.

Diante dos dados fica clara a necessidade de ações conjunta do Poder Público e dos responsáveis pelo ciclo de vida dos produtos cartuchos e tonners em realizar atividades de Educação Ambiental e disseminação da Lei 12.305/2010 entre os lojistas que vendem produtos como cartuchos e tonners que são passíveis da logística reversa, pois a efetivação desta prática, além do cumprimento da legislação é uma forma eficaz de diminuir os resíduos que vão para os aterros sanitários e colaboram na geração de

emprego e renda.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. A. *et al.* **As formas de descarte do lixo eletrônico: estudo com universitários da Universidade Estadual da Paraíba, Campus VII, Patos-PB.** In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ADMINISTRAÇÃO. 2016. Natal - RN. **Anais...** Natal – RN, 2016.

BETINE, D. G.; ICHIHARA, J. A. **A logística reversa aplicada ao setor oleiro na região norte.** In XXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. 2007. Foz do Iguaçu - PR. **Anais...** Foz do Iguaçu – PR, 2007.

GUTIERREZ, C. B. B. *et al.* **O descaso com o lixo eletroeletrônico de uma metrópole amazônica: o caso da cidade de Belém,** In: Revista ESPACIOS. Vol. 38.Nº 02. Pág. 12. Belém, PA. 2017.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** 6 ed. São Paulo: Atlas S.A, 2008.

PEREIRA, A. C. MARCHETTO, P. B. **Logística Reversa: dificuldades na aplicabilidade.** In: XXVII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNESP. 2015. São Paulo – SP. **Livro de Resumos...** UNESP. São Paulo, 2015.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação.** – 4.ed. rev. atual. – Florianópolis: UFSC, 2005 p.21.

SITES VISITADOS

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Logística reversa de aparelhos eletroeletrônicos.** Disponível em:<http://www.sinir.gov.br/documents/10180/13560/EVTE_ELETROELETRONICO/>. Acesso em: 24 de outubro de 2017.

ARAUJO, A. C. de et al. **Logística reversa no comércio eletrônico: um estudo de caso.** Gest. Prod. [online]. 2013, vol.20, n.2, pp.303-320. ISSN 0104-530X. Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-530X2013000200005>>. Acesso em: 24 de outubro de 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama do resíduos sólidos no Brasil 2015.** Disponível em:<<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2015.pdf>>. Acesso em: 24 de outubro de 2017.

ASSOCIAÇÃO DOS PROFISSIONAIS DE LOGÍSTICA NA AMAZÔNIA - ASPLAM. **Programa estadual de Logística Reversa.** Disponível em:< <http://www.asplam.org.br/index.php/programa-estadual-de-logistica-reversa>>. Acesso em: 24 de outubro de 2017.

BRASIL. Lei Federal nº 12.305/2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.** Publicado no Diário Oficial da União - DOU de 03/08/2010. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 24 de outubro de 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA– IBGE. **Área da unidade territorial - 2016 – cartogramas.** Disponível em:< <http://cod.ibge.gov.br/31mc3>>. Acesso em: 24 de outubro de 2017.

_____. **População residente – cartogramas.** Disponível em:< <http://cod.ibge.gov.br/2VYCCQ>>. Acesso em: 24 de outubro de 2017.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA - IPEA. **Diagnóstico dos resíduos sólidos urbanos.** Disponível em:<http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/121009_relatorio_residuos_solidos_urbanos.pdf>. Acesso em: 24 de outubro de 2017.

INTERPOL, 2015 citado por NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL - ONUBR. **ONU prevê que mundo terá 50 milhões de toneladas de lixo eletrônico em 2017.** Disponível em:< <https://nacoesunidas.org/onu-preve-que-mundo-tera-50-milhoes-de-toneladas-de-lixo-eletronico-em-2017/>>. Acesso em: 24 de outubro de 2017.

LACERDA, L. **Logística reversa: uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais.** Disponível em: <http://www.sargas.com.br/site/index.php?option=com_content&task=view&id=78&Itemid=29>. Acesso em: 24 de outubro de 2017

NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL - ONUBR. **Brasil produziu 1,4 milhão de toneladas de resíduos eletrônicos em 2014, afirma novo relatório da ONU.** Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/brasil-produziu-14-milhao-de-toneladas-de-residuos-eletronicos-em-2014-afirma-novo-relatorio-da-onu/>>. Acesso em: 24 outubro de 2017.

_____. **ONU prevê que mundo terá 50 milhões de toneladas de lixo eletrônico em 2017.** Disponível em:< <https://nacoesunidas.org/onu-preve-que-mundo-tera-50-milhoes-de-toneladas-de-lixo-eletronico-em-2017/>>. Acesso em: 24 de outubro de 2017.

_____. **População mundial deve atingir 9,6 bilhões em 2050, diz novo relatório da ONU.** Disponível:<<https://nacoesunidas.org/populacao-mundial-deve-atingir-96-bilhoes-em-2050-diz-novo-relatorio-da-onu/>>. Acesso: 24 de outubro de 2017.

MINISTÉRIO PÚBLICO DE MINAS GERAIS. **Resíduos Sólidos Urbanos.** Disponível em:< <http://www.mpgg.mp.br/portal/noticia/residuos-solidos-urbanos#.WfDI2I9SwdU>> Acesso em: 24 de outubro de 2017.

PARÁ (Estado). Lei Estadual N° 5.887/1995. **Dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente e dá outras providências.** Disponível em:< <https://www.semas.pa.gov.br/1995/05/09/9741/>>. Acesso em: 24 de outubro de 2017.

PROGRAMA DA ONU PARA O MEIO AMBIENTE – PNUMA citado por NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL - ONUBR. **ONU prevê que mundo terá 50 milhões de toneladas de lixo eletrônico em 2017.** Disponível em:< <https://nacoesunidas.org/onu-preve-que-mundo-tera-50-milhoes-de-toneladas-de-lixo-eletronico-em-2017/>>. Acesso em: 24 de outubro de 2017.

A UTILIZAÇÃO DE INDICADORES AMBIENTAIS NAS RELAÇÕES DOS SERES VIVOS COM O MEIO AMBIENTE

Alexsandro Sousa Santos

Universidade do Estado do Pará
Belém

Carolina Ayumi Umezaki Maciel

Universidade do Estado do Pará
Belém

Ionara Antunes Terra

Universidade do Estado do Pará
Belém

RESUMO: Questões socioambientais como clima, poluição e qualidade de vida são temáticas constantemente debatidas em organizações e conferências mundiais, devido ao aumento da emissão de poluentes e utilização exagerada de recursos naturais. Portanto, a utilização de seres vivos como indicadores de alteração ambiental, pelo biomonitoramento, se torna muito oportuna e eficiente. Sendo assim, este artigo apresenta a relação entre seres vivos e o meio ambiente, a partir da utilização de indicadores de qualidade ambiental, para sensibilizar e salientar a relevância de questões ambientais para a sociedade. Para isso, realizou-se um minicurso com alunos de graduação, na XXII Semana Acadêmica do Centro de Ciências Sociais e Educação (UEPA), em que foram apresentados três tipos de poluição (hídrica, atmosférica e de solos), relacionando com seus respectivos bioindicadores, gerando uma reflexão acerca

da influência de poluentes no ciclo de vida dos seres vivos. Analisou-se, através de questionários, a participação dos alunos em minicursos, em que 82% dos alunos não havia participado de atividades sobre bioindicadores, e 44% dos destes discentes esperaram adquirir e aprimorar conhecimentos sobre a temática. Por fim, foi possível analisar com o minicurso as concepções dos alunos e sua compreensão a respeito de como os seres vivos podem ser afetados pelos poluentes, além de 62,5% alegaram que a realização do minicurso contribuiu significativamente para entender a relação entre seres vivos e o meio ambiente. Portanto, o trabalho ressalta a importância da educação ambiental no contexto social, a fim de propiciar o pensamento crítico relacionado a questões socioambientais.

PALAVRAS-CHAVE: Educação Ambiental; Poluição; Bioindicadores.

ABSTRACT: Socio-environmental issues such as climate, use of natural resources, pollution and quality of life are themes constantly discussed in organizations and world conferences, due to the increase on the emission of pollutants and overuse of natural resources. Therefore, the use of living beings as indicators of environmental change, as a form of biomonitoring, becomes very timely and efficient. As a result, the present article discusses the relationship between living

beings and the environment, based on the use of environmental quality indicators, in order to raise awareness and highlight the relevance of environmental issues to society. For this purpose, a mini-course was held with undergraduate students at the XXII Semana Acadêmica do Centro de Ciências Sociais e Educação (UEPA), in which three types of pollution were presented (water, atmospheric and soil), related to their respective bioindicators*, generating a reflection on the influence of pollutants on the life cycle of certain living beings. The participation of the students in the mini-course was analyzed through questionnaires, in which 82% of them did not participate in activities about bioindicators, and 44% hoped to acquire and improve knowledge about bioindicators. Finally, it was possible to analyze with the mini-course the students' conceptions and their understanding about how living beings can be affected by the pollutants, and 62.5% said that the mini-course performance contributed significantly to understand the relationship between living beings and the environment. Therefore, the article emphasizes the importance of environmental education in the social context, in order to awaken a critical thinking related to social and environmental issues

KEYWORDS: Environmental Education; Pollution; Bioindicators

1 | INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o mundo vem passando por um processo desenfreado de urbanização e industrialização devido ao seu modelo de desenvolvimento adotado, que para Braga et al. (2001) a influência dos humanos no meio ambiente causaram diversas consequências, como o uso contínuo de motores de combustão, metalúrgicas, queima de combustíveis fósseis, sendo a quantidade de substâncias tóxicas produzidas nesses processos prejudiciais à saúde dos seres vivos.

É importante ressaltar ainda, que com o aumento do processo de urbanização, a quantidade de agentes poluidores cresceu com o tamanho das cidades e o deslocamento de pessoas do campo para os centros em busca de melhores condições de vida. O aumento de indústrias para subsidiar o novo modelo econômico adotado, criou os centros urbanos de extremo consumismo, o que de alguma forma influenciou no ambiente, como é citado por Gomes e Soares (2004): “[...] uma sociedade de consumo exacerbado, onde a degradação ambiental ganha escopo como uma das mais graves consequências do atual sistema econômico mundial”.

De acordo com Scarlato e Pontin (2006) a poluição é um termo utilizado quando a qualidade ambiental de uma determinada área da biosfera é afetada, alterando assim, seu ritmo natural, expondo o homem e demais organismos do meio a toxidades, dependendo da concentração e propriedade das substâncias, assim há alguns exemplos de poluição: a atmosférica, hídrica e dos solos. Portanto, ao alterar de forma indevida as características físicas, químicas e biológicas do ambiente, será afetado diretamente a qualidade de vida dos seres vivos, o que por Odum (1997) citado por Fraga e Dinis (2005), pode-se considerar como poluição.

Devido à poluição exacerbada que é observada atualmente, a necessidade de um controle ambiental é considerada, pois é um fator determinante para o alcance de uma boa qualidade de vida (GOMES; SOARES, 2004). Portanto, o uso de bioindicadores como uma forma de controle na qualidade do ambiente se torna atrativo, pois devido a sua sensibilidade de reagir aos agentes ambientais, torna-se um avaliador para a qualidade de vida de um determinado lugar, além de ser um tipo de monitoramento de baixo custo (MAKI et al., 2013).

Dessa forma, ao apresentar alguns tipos de poluição e os seres bioindicadores, acredita-se contribuir para Educação Ambiental (EA), pois trata-se de um componente relevante para repensar práticas sociais que visem fortalecer a interação entre homem e natureza, para que possam compreender a importância do meio ambiente e da responsabilidade de cada um para uma sociedade ambientalmente sustentável (JACOBI, 2003)

Portanto, o presente artigo teve o objetivo de apresentar a relação entre seres vivos e poluentes com a utilização de bioindicadores, através da realização de um minicurso. A fim de sensibilizar às questões ambientais, bem como salientar a relevância da temática abordada e analisar as concepções dos alunos sobre bioindicadores.

1.1 A Importância da Educação Ambiental para a Relação de Seres Bioindicadores com o Meio Ambiente

1.1.1 Educação Ambiental, sua Importância e as Metodologias Participativas

A Educação Ambiental (EA) trata-se do repasse de conhecimentos e informações que contribuam para formação de cidadãos mais conscientes dos problemas ambientais, conseqüentemente resulta em atitudes e motivações para a solução das questões ambientais (MELO, 2007).

Para Jacobi (2005), a EA precisa construir uma metodologia que desfragmentará os conhecimentos, promovendo uma atitude crítica e política das problemáticas ambientais, contudo reflexiva. Sendo assim, a realização do minicurso possibilita a aplicação prática da teoria promovendo a participação coletiva dos alunos. Para Loureiro (2004) as metodologias participativas são mais propícias para o educativo ambiental, pois geram a interação de diferentes indivíduos com interesses, valores e percepções distintas para a definição do espaço e destino coletivo.

Dessa forma, visa-se atingir os objetivos da EA como conscientização, conhecimento, valores, habilidade e participação na resolução de problemas ambientais (MELO, 2007). O qual está de acordo com as Políticas Nacionais de Educação Ambiental da Lei Nº 9.795, de 27 de Abril de 1999.

“Art 5º São objetivos fundamentais da educação ambiental: I- o desenvolvimento de uma compreensão integrada do meio ambiente [...]. II- a garantia de democratização das informações ambientais. III- o estímulo e o fortalecimento de uma consciência crítica sobre a problemática ambiental e social. IV- o incentivo à participação individual e coletiva, permanente e responsável, na preservação do equilíbrio do meio

ambiente [...]. V- o estímulo à cooperação entre regiões do País [...]. VI- o fomento e o fortalecimento da integração com a ciência e a tecnologia. VII- o fortalecimento da cidadania, autodeterminação dos povos e solidariedade como fundamentos para o futuro da humanidade”. (BRASIL, 1999)

Portanto, o fortalecimento da EA é importante para viabilizar uma prática educativa o qual visa enfrentar de forma incisiva a degradação ambiental e os problemas sociais. Compreendendo assim, os problemas ambientais por uma visão do meio ambiente como um campo de conhecimento que perpassa pela diversidade cultural, ideológica e pelos conflitos de interesse (JACOBI, 2003).

1.1.2 A Poluição e Suas Consequências

Com o crescimento da população, há uma maior necessidade do consumo de alimentos, energia, água, minerais, entre outros, como consequência ocorrerá a contínua exploração do ecossistema, degradando a biosfera e aumentando a poluição ambiental (ARAUJO, 1997).

Portanto, a contínua degradação do ambiente causa as poluições ambientais, que são caracterizadas como uma alteração na qualidade ambiental que impeça a sua utilização (ARAUJO, 1997; SCARLATO E PONTIN, 2008). Dessa forma, há alguns exemplos de poluições ambientais, como a poluição atmosférica, caracterizada por uma ou mais substâncias químicas presentes no ar, os quais em grandes concentrações podem provocar danos aos seres humanos, animais e vegetais (MAKI et al., 2013). Essas altas concentrações de poluentes atmosféricos em grandes cidades podem causar doenças agudas e crônicas. (BRAGA et al., 2001). Além do mais, pode acarretar em danos aos demais animais e também à flora, como salienta Miranda (2014), que nas “plantas, os poluentes são absorvidos pelas folhas através dos estômatos, que permitem as trocas gasosas entre a planta e o meio ambiente, alterando-se assim a fotossíntese”.

A poluição das águas será caracterizada pela contaminação de substâncias que irão alterar as características físicas e químicas do corpo d’água prejudicando o seu uso (PEREIRA, 2004). A agricultura é a maior indústria que utiliza água no nosso planeta, portanto, a sua influência nos ambientes hídricos é grande, e o uso de fertilizantes agrícolas pode afetar diretamente a saúde da população que se abastece dessas águas, já que ocorre a ingestão de agrotóxicos pelo nosso organismo (MARTINI, L.C & LANNA, 2003).

Por fim, para Mattos e Musafir (2014) a poluição dos solos ocorrerá quando o homem altera suas características físicas e químicas prejudicando o seu uso pelos seres vivos, como as queimadas, pesticidas, entre outros. Os mesmos autores ainda ressaltam que há diversos fatores que podem ocasionar a degradação do solo, como o desmatamento desordenado e a poluição em si, caracterizada pelo uso demasiado de produtos químicos, prejudicando os componentes vivos que habitam os solos.

O aumento dessas poluições por parte do homem causa um ciclo vicioso, em que

a população crescente contribui significativamente para o aumento da degradação ambiental, perdendo sua capacidade de suporte (ARAUJO, 1997).

1.1.3 A Importância do Uso de Bioindicadores

O termo bioindicadores é utilizado para caracterizar organismos vivos ou comunidades capazes de indicar determinada condição ambiental, a partir de sua presença, abundância, diversidade e composição, representando uma importante ferramenta para correlacionar um fator natural com potencial impactante e avaliar a integridade ecológica de uma determinada região. (LABORATÓRIO DE ECOLOGIA DE BENTOS, 2017)

Os bioindicadores fornecem informações complementares, importantes para a análise de risco ecológico. As técnicas de avaliação destes impactos ocorrem a partir das alterações comportamentais, malformação, mudanças na taxa de crescimento, reprodução e alimentação (ARIAS et al., 2007).

O efeito de poluentes nos organismos indicadores ambientais é bastante diversificado, pois de acordo com Arias et al.(2007), a resposta de seres pode ocorrer desde em níveis mais baixos, como bioquímico, celular e molecular, normalmente sendo os níveis mais sensíveis aos efeitos antrópicos ou naturais, até no nível de tecido, sistêmico e de organismo. Entretanto, os níveis mais baixos apresentam respostas mais rápidas aos agentes contaminantes, devido à sua sensibilidade.

Em razão disto, uso de bioindicadores se faz importante para a avaliação da qualidade ambiental, seja da atmosfera, do solo ou da água, pois normalmente essa avaliação ocorre por métodos físico-químicos, que não permitem conclusões imediatas das concentrações atuais de poluentes Klumpp (2001), citado por Martos e Belmejo (2008). Portanto, esse método de verificação de existência de poluentes utilizando organismos vivos pode ser definido como biomonitoramento.

2 | METODOLOGIA

Este estudo foi baseado em uma pesquisa quantitativa e qualitativa através da realização de um minicurso, tendo como público alvo 16 acadêmicos de graduação e pós-graduação inscritos na XXII Semana Acadêmica do Centro de Ciências Sociais e Educação (CCSE), da Universidade do Estado do Pará, denominado: “A relação entre poluentes e seres vivos: a utilização de indicadores ambientais” como forma de abordagem metodológica do uso de bioindicadores. A metodologia utilizada foi baseada no artigo de SOUZA et al (2013), com modificações, onde o público alvo não foram alunos da educação básica, a temática do minicurso foi mais abrangente e utilizou-se questionários como instrumento de pesquisa.

O minicurso teve duração de três dias, sendo duas horas por dia. Inicialmente foi realizada uma aula teórica introduzindo a temática, no qual foram abordados três tipos

de poluição (atmosférica, hídrica e de solos), para relacioná-los aos seres indicadores ambientais. Posteriormente, foi aprofundado o estudo da poluição atmosférica, sendo associando a alguns dos seus bioindicadores.

No segundo momento, foram abordados mais dois tipos de poluição (hídrica e dos solos), os quais também foram associados aos seus respectivos indicadores ambientais, visando compreender de que forma os problemas ambientais podem afetar o ciclo de vida dos seres vivos. Ao final do minicurso, foi realizada uma atividade prática em sala de aula, tendo em vista identificar o conhecimento dos alunos sobre o conteúdo abordado durante minicurso. A turma foi dividida em três grupos com o objetivo de analisar três tipos de ambientes poluídos (hídrico, atmosférico ou de solos) e, respectivamente, um bioindicador específico, a fim de fazer uma relação e apresentar hipóteses de como tal ambiente poderia influenciar no seu ciclo de vida.

Para que ocorresse a análise dos ambientes, foi necessário descrevê-los previamente. A poluição hídrica foi abordada a partir de um ambiente límpido onde ocorreu um desastre ecológico, o derramamento de óleo diesel, local que habitava uma grande diversidade de espécies de peixe, principalmente o peixe espada (*Xiphophorus helleri*).

O ambiente atmosférico consistiu em uma área fechada, composta por uma pequena parte da biodiversidade paraense, que devido ao alto número de veículos, indústrias e empresas ao redor, sofreram grande alteração, afetando assim o ciclo de vida de alguns seres vivos, mais especificamente os líquens, associação entre fungos e algas.

Por fim, o ambiente de solo, descrito como uma região do interior do Pará, com grande ocorrência de plantações. Esse ambiente foi alterado, devido às ações de empresas, que passaram a utilizar para melhorar a terra, as substâncias tóxicas, prejudicando assim o solo e organismos que vivem e depende dele, como as minhocas.

Os alunos, em grupos, foram orientados a dissertar sobre a temática e apresentar suas ideias acerca do ambiente proposto, pois ao final de cada apresentação, foi feita uma intervenção baseada em artigos previamente estudados pelos ministrantes, para que os discentes compreendessem a utilização de seres vivos como indicadores ambientais.

Para a coleta e análise de dados, foram aplicados dois questionários (pré e pós minicurso) com duas perguntas abertas e fechadas pretendendo investigar se os discentes já haviam participado de oficinas ou minicursos sobre a temática de bioindicadores, além de questioná-los sobre suas expectativas em relação ao minicurso proposto, bem como foram utilizadas análise qualitativa realizada pelos acadêmicos durante a realização do minicurso, com o objetivo de analisar suas ideias sobre os bioindicadores e se a posposta do minicurso foi eficiente para a Educação Ambiental.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a pesquisa os alunos foram questionados a respeito de participações em cursos sobre a temática abordada e quais eram as suas expectativas sobre o minicurso. Ao analisar as respostas, apenas 18% dos alunos já haviam participado de atividades acerca do tema, enquanto 82% disseram não ter participado.

Desta forma, pode-se inferir a importância do presente estudo, pois de acordo com Medeiros et al. (2011) the quarrel concerning a possible dialogue between School Education (EE, a questão ambiental tem sido considerada como um fato que precisa ser trabalhada com toda sociedade. Portanto, a metodologia mais apropriada para isso é a participação do sujeito no processo educativo, gerando a interação entre diferentes atores sociais na definição do espaço comum e do destino coletivo (LOUREIRO, 2004).

Pode-se também analisar as opiniões dos discentes sobre o que esperavam do presente minicurso, concluindo que 44% esperavam adquirir e aprimorar conhecimentos sobre a temática dos bioindicadores, e 18% visaram contribuir para a sua formação acadêmica.

Além disso, 38% almejavam compreender a relação entre o homem e natureza, destacado por Loureiro (2004) como um dos preceitos de Educação Ambiental, a procura das realizações humanas em sociedade e pensar na natureza como um movimento permanente de auto-organização, a fim de haver relações sociais sustentáveis à vida planetária.

Ao serem questionados a respeito de suas opiniões sobre a abordagem teórica do minicurso, 62,5% alegaram ter contribuído significativamente para entender a relação entre seres vivos e o meio ambiente, atingindo assim um dos objetivos do presente artigo. Os restantes dos discentes mencionaram outras questões referentes ao questionamento, como incentivar a reflexão acerca da biodiversidade (12,5%), realização de ações ambientais (12,5%) e contribuição para a formação acadêmica (12,5%), observando assim alguns objetivos da EA, pois o seu processo visa formar cidadãos éticos em sua relação com a natureza, a fim de refletir seus comportamentos e valores para atuar na contribuição, individual e coletiva, na solução de problemas (REIGADA; TOZONI-REIS, 2004).

Ao investigar as concepções dos alunos adquiridas ao longo do minicurso sobre bioindicadores, observa-se suas ideias sobre como o ambiente afetado pode influenciar no ciclo de vida de determinados seres vivos, sendo definidos no Quadro 1.

AMBIENTES	RESPOSTAS DOS GRUPOS
-----------	----------------------

<p>Poluição Hídrica (Peixe-espadinha)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Escurecimento das águas • Alteração do pH das águas • Decréscimo da alimentação do peixe • Sensibilidade à temperatura da água, consequência da modificação de temperatura.
<p>Poluição dos Solos (Minhocas)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Empobrecimento do solo pela contaminação de agrotóxicos
<p>Poluição Atmosférica (Líquens)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Concentrações de substâncias nocivas prejudicam aos líquens • Incidência de raios solares diretamente nos líquens

Quadro 1 – Respostas dos alunos sobre a relação de ambientes afetados e os seres vivos

Fonte: Alexsandro Santos e Carolina Maciel (2017).

A partir disso, ao comparar as respostas dos discentes com os artigos usados de base para o ambiente proposto, foi perceptível a partir do pensamento coletivo, a semelhança de ideias dos alunos com o resultado de pesquisa, mencionando com mais frequência a alta sensibilidade dos seres a poluentes. E, de acordo com Souza et al. (2013), essa dinâmica de construção coletiva, além de enfatizar a importância de trabalhar em grupo, pode propiciar uma melhor percepção pelos alunos quanto a aplicação de seres vivos no monitoramento de determinados ambientes.

Além disso, os discentes compreenderam como esses organismos são essenciais para o meio ambiente em que se encontram, pois para Arias et al. (2007), os bioindicadores permitem identificar a relação dos seres vivos com os contaminantes para a avaliação ambiental. Consequentemente, ao conscientizar os alunos da importância dos indicadores ambientais durante o minicurso, analisamos ao final a sua capacidade crítica frente os problemas ambientais atuais, encontrando intervenções consideráveis para questioná-los, por meio da participação e exposição de ideias.

Essa atividade de participação, a partir da aplicação de uma dinâmica em grupo, fortalece o desenvolvimento da consciência crítica sobre questões ambientais (SOUZA et al., 2013). Isso permite identificar um dos principais pontos da Educação Ambiental, a formação de cidadãos críticos frente à qualidade do meio ambiente.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Educação Ambiental é importante para que haja cidadãos mais críticos frente às questões sociais e especialmente questões ambientais. Considerando a participação dos atores a uma reflexão sobre como agir com responsabilidade e compromisso com a natureza, sendo um indivíduo atuante em busca de soluções.

Assim, o presente artigo buscou os objetivos da Educação Ambiental com a criação de um minicurso sobre a temática de bioindicadores como importantes na compreensão das relações entre seres vivos e natureza, a fim de avaliar a qualidade ambiental de uma região. Pois com o constante crescimento dos centros urbanos, a inclusão das tecnologias e o formato econômico atual, há uma necessidade de compreender os limites da relação dos seres humanos com a natureza.

Foi perceptível o interesse dos alunos sobre como os bioindicadores agem e trabalham para a manutenção e análises do ambiente consequentemente compreenderam mais a relação entre homem e natureza, atingindo os seus objetivos prévios ao minicurso e os da Educação Ambiental. Além de conseguirem relacionar como os poluentes afetam o ciclo de vida dos seres vivos, pensando em alternativas sustentáveis para contribuir na qualidade do meio ambiente.

Dessa forma, com a apresentação dos indicadores ambientais, os alunos mostraram-se críticos e reflexivos ao seu uso e importância para o meio ambiente. Assim, o presente tema sobre bioindicadores mostra-se importante para uma maior discussão, uma vez que se torna relevante para contribuir às análises do meio ambiente devido a sua resposta rápida e sensível as alterações do ambiente.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, S. M. DE. **Degradação e Conservação do Meio Ambiente**. In: Introdução às Ciências do Ambiente para Engenharia. [s.l.: s.n.]. p. 43–101.

ARIAS, A. R. L. et al. **Utilização de bioindicadores na avaliação de impacto e no monitoramento da contaminação de rios e córregos por agrotóxicos**. Ciência & Saúde Coletiva, v. 12, n. 1, p. 61–72, 2007.

BRAGA, A. et al. **Poluição atmosférica e saúde humana**. Revista USP, v. 0, n. 51, p. 58–71, 2001.

FRAGA, H.; DINIS, M. A. **Poluição de solos: riscos e consequências**. Revista da Faculdade de Ciência e Tecnologia, v. 2, p. 97–106, 2005.

GOMES, M. A. S.; SOARES, B. R. **Reflexões sobre qualidade ambiental urbana**. Estudos Geográficos, v. 2, n. 2, p. 21–30, 2004.

JACOBI, P. **Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade**. Caderno de Pesquisa, v. 118, p. 189–205, 2003.

JACOBI, P. R. **Educação ambiental: o desafio da construção de um pensamento crítico, complexo e reflexivo**. Educação e Pesquisa, v. 31, n. 2, p. 233–250, 2005.

LOUREIRO, C. F. B. **Educação Ambiental Transformadora**. In: Identidades Da Educação Ambiental Brasileira. [s.l.: s.n.]. v. 53p. 156.

MAKI, E. S. et al. **Utilização de Bioindicadores em Monitoramento de Poluição**. Biota Amazônia, v. 3, n. 2, p. 169–178, 2013.

MARTINI, L.C & LANNA, A. E. **Medidas compensatórias aplicáveis á questão da poluição hídrica**

de origem agrícola. Revista da ABRH, v. 8, p. 111–136, 2003.

MARTOS, H. L.; BELMEJO, L. **Utilização** de *Xiphophorus helleri* como bioindicador de poluição hídrica de derivados de petróleo em condições tropicais. Revista Eletrônica de Biologia (REB). ISSN 1983-7682, v. 1, n. 2, p. 1–17, 2008.

MATTOS, H.; MUSAFIR, R. E. **Poluição do solo.** p. 1–14, 2014.

MEDEIROS, A. B. et al. **A Importância da educação ambiental na escola nas séries iniciais.** Revista Faculdade Montes Belos, v. 4, n. 1, p. 1–17, 2011.

MELO, G. DE P. **Noções práticas de Educação Ambiental para professores e outros agentes multiplicadores.** Superintendência do IBAMA na Paraíba, p. 61, 2007.

PEREIRA, R. S. **Identificação e caracterização das fontes de poluição em sistemas hídricos.** Revista Eletrônica de Recursos Hídricos, v. 1, n. 1, p. 20–36, 2004.

REIGADA, C.; TOZONI-REIS, M. **EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA CRIANÇAS NO AMBIENTE URBANO : UMA PROPOSTA DE PESQUISA-AÇÃO** Environmental Education for children in urban areas : an action research proposal. Ciência & Educação, v. 10, n. 2, p. 149–159, 2004.

SCARLATO, F. C.; PONTIN, J. A. **Do Nicho ao Lixo: ambiente, sociedade e educação.** São Paulo: Atual Editora, 2006.

SOUZA, T. G. S. et al. **ABORDAGEM DIDÁTICA SOBRE BIOINDICADORES EM ECOSISTEMAS AQUÁTICOS.** I CONICBIO/IICONABIO/VISIMCBIO, v. 2, n. 1, p. 1–11, 2013.

ANÁLISE DA APLICAÇÃO DE LOGÍSTICA REVERSA NAS EMPRESAS QUE COMERCIALIZAM E/OU PRESTAM SERVIÇOS DE INFORMÁTICA NOS MUNICÍPIOS DE REDENÇÃO E XINGUARA

Nayara Amanda Moura

Universidade do Estado do Pará, Departamento de Engenharia.
Redenção – Pará.

Carol Abreu Fragoso

Universidade do Estado do Pará, Departamento de Engenharia.
Redenção – Pará.

Cassiane Farias Peniche

Universidade do Estado do Pará, Departamento de Engenharia.
Redenção – Pará.

Gleisson Amaral Mendes

Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia.
Belém – Pará.

RESUMO: A população mundial vem empenhando-se para elucidar problemas ambientais, obtidos por resíduos de produtos fornecidos/consumidos. Segundo a Lei 12.305/2010, Política Nacional dos Resíduos Sólidos, abrange que o gerenciamento e gestão dos resíduos sólidos são feitos através de logística reversa e do recolhimento compartilhado. A logística reversa aborda o ciclo de produtos físicos. Possibilitando, obrigatoriedade do cumprimento da lei, a preservação do meio ambiente, melhoria da saúde pública e retorno as empresas. Portanto, a conexão entre

empresa e cliente neste processo motiva, o presente artigo, classificado como quantitativo, consiste em analisar dados levantados através de uma pesquisa de campo com uma aplicação de questionário em empresas que oferece e/ou comercializam produtos e serviços ligados a informática localizadas nos municípios de Redenção e Xinguara. Com os dados obtidos buscamos avaliar a compreensão dessas empresas a respeito logística reversa e o destino dos equipamentos produzidos e obtidos por essas empresas. Os resultados da análise mostraram que, devido as empresas e seus clientes estarem em busca de se tornarem ecologicamente corretos, de forma geral, muitas empresas aplicam ou apenas conhecem a logística reversa, relevando também qualquer tipo de práticas para recolhimento de resíduos. Mas, ainda sim, existem obstáculos para que essas práticas de coleta sejam de fato exercidas e a lei seja aplicada. Conclui-se, portanto, que há um longo caminho para que ocorra de fato o cumprimento da lei em todas as empresas, e isso deve ser feito através de incentivos e conscientização e orientação tanto por parte das empresas, clientes e do governo.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos. Informática. Logística Reversa.

SUMMARY: The world's population has been committed to solve problems caused

by residues of products supplied / consumed. According to the Law 12.305 / 2010, the National Policy on Solid Waste covers that the management of solid waste are done through logistics reverse and shared gathering. Reverse logistics addresses the physical products. It enables the mandatory compliance with the law, preservation of the environment, improvement of public health and companies. Therefore, the connection between company and customer in this process supports, this article, which is classified as quantitative, it consists in analyzing data raised through field research with an application of questionnaire in companies that offer and / or market products and services connected to computer science located in the provinces of Redenção and Xinguara. By the data obtained we aim to evaluate the understanding of these reverse logistics and the destination of the equipment produced and obtained by these companies. The results of the analysis showed that, due to companies and their clients are seeking to become ecologically correct, in general, many companies apply or only know the logistics, also shows any kind of collecting of waste. However, there are obstacles for collecting practices to be applied and the law is implemented. We conclude, therefore, that there is a long way for the fulfillment of the law in all companies, and this should be done through incentives and awareness and guidance on the part of companies, customers and the government.

KEYWORDS: Waste. Computing. Reverse Logistic.

1 | INTRODUÇÃO

O lixo eletrônico tem se tornado um grande problema mundial, pois com o aumento populacional, relacionado as modificações de hábitos, processo de compra de produtos e descarte do antigo, decorre um aumento excessivo na geração produtos inutilizáveis de maneira que estes produtos são produzidos e consumidos.

Dados do G1 (2015) mostram que, o Brasil está entre os países que mais produzem lixo eletrônico da América Latina, cerca de 1,2 milhão de toneladas de lixo eletrônico produzido por ano, e somente 13% desses resíduos eletroeletrônicos são destinados corretamente. Vale ressaltar que os consumidores são levados por tendências, a partir do momento que um produto novo chega no mercado, o produto antigo é descartado, isso seria uma das principais causas para a produção do lixo eletrônico. Outro problema encontrado, é que é desconhecido a maneira correta de descartar o lixo eletrônico por parte da população.

Quando os resíduos eletrônicos são coletados e descartados em locais impróprios, essa prática pode causar um grande problema, tanto para o meio ambiente, quanto aos seres humanos, alguns tipos de impactos causados tais como: contaminação do lençol freático, do solo, do ar e proliferação de doenças.

A Logística Reversa tem uma função muito importante nesse procedimento de torna utilizável aquilo que já não era, onde os produtos usados ou em possibilidades de serem utilizados chegam ao fim de sua vida útil são denominados bens de pós-

consumo e após o término de vida útil de um produto ele é posposto e a logística reversa o põe a ser reciclado, ou descartado corretamente. É a parte da logística que tem por finalidade regressar um produto que não teria mais proveito, sendo por deformidade ou por ter se danificado por completo, para que seja reaproveitado e assim retornar ao mercado, fazendo um novo ciclo de vida de reutilização daquilo que seria lixo comum.

Perante isso, a pesquisa traz como título: Análise da aplicação da Logística Reversa das empresas que comercializam e/ou prestam serviços de informática nos municípios de Redenção e Xinguara do Estado do Pará, com o objetivo de analisar dados levantados por meio de uma pesquisa de campo em algumas empresas que oferecem e/ou comercializam produtos e serviços na área da informática.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa teve como área de estudo os municípios de Redenção e Xinguara, situadas na região sul do estado do Pará. Quanto ao tipo de pesquisa, pode-se afirmar que se trata de quantitativa pois, empregamos métodos estruturados e instrumentos formais para coleta e análise de dados. Buscou-se traduzir em números, através de procedimentos estatísticos, as informações obtidas por meio de uma pesquisa de campo, a qual discutiremos no tópico seguinte (GERHARDT, SILVEIRA, 2009).

Elaboramos um questionário para que se pudesse fazer a coleta de dados, no qual aplicamos em 13 empresas, das quais 7 delas são situadas em Redenção, e 6 na cidade de Xinguara, que comercializam e/ou prestam serviços de informática dos municípios referidos, sendo essas a nossa amostra da pesquisa. E conforme, os mesmos foram avaliados a respeito de Logística Reversa e o destino do lixo eletrônico que geram, seja na sua utilização ou na comercialização dos mesmos.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresentaremos os resultados e as análises dos dados acerca de Logística Reversa a qual foi introduzida na legislação ambiental, através da Lei nº12.305 em agosto de 2010, que define a Política Nacional de Resíduos Sólidos, buscando minimizar a grande quantidade de lixo descartados de forma incorreta (BRASIL, 2010a).

A lei torna aparente a precisão de se implantar soluções para auxiliar na diminuição de resíduos segundo as suas especificidades, atribuindo a responsabilidade de sua geração para toda a sociedade de forma com que envolva indústrias, distribuidores, comerciantes, consumidores e órgãos públicos, ou seja por todos aqueles que participam do ciclo de vida de um produto (BRASIL, 2010a).

Dados desta pesquisa apontam que nos municípios de Redenção e Xinguara, das 13 empresas entrevistadas, como mostra na Figura 1, que 46% conhecem e/ou

aplicam o Sistema de Logística Reversa dos resíduos eletroeletrônicos, muitas delas, por consciência e responsabilidade para com o meio ambiente, e não pela imposição da lei, pois a maioria até desconhece a legislação. Das empresas, 39% apesar de não conhecerem e/ou aplicarem o sistema, pretendem. Pois ao tomar o devido conhecimento da Lei, irão procurar conhecer e assim implementar na sua empresa, e apenas 15%, afirmaram somente que não conhecem, aplicam e nem pretendem aplicar.

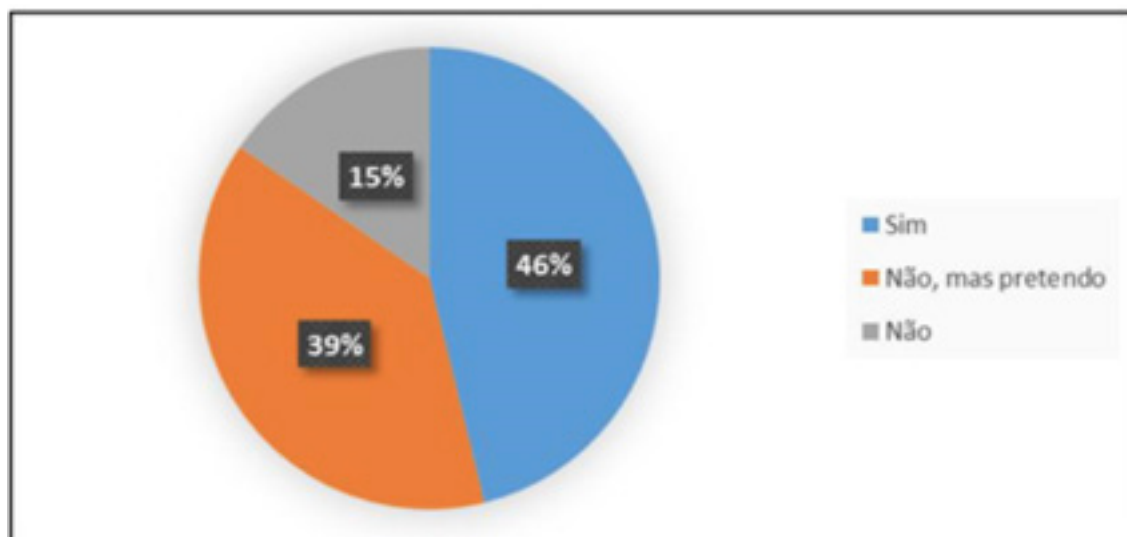


Figura 1 – Gráfico de Conhecimento e/ou aplicação do Sistema de Logística Reversa.

Fonte: Autores, 2016.

Com base no conhecimento sobre a Logística Reversa ou simplesmente por essas empresas terem a conscientização sobre o meio ambiente, os resíduos produzidos por clientes ou até mesmo pela empresa em questão devem ter um destino apropriado, e diante dos resultados obtidos pela pesquisa, o gráfico da figura 2 representa que, 31% das empresas entrevistadas desenvolvem práticas de coleta de resíduos de equipamentos de informática dos seus clientes, visando incentivar o consumidor a devolver esses produtos. Já 15% não exercem essa atividade, mas possuem interesse por aplicá-la futuramente, devido a meta de serem ecologicamente corretas e da execução da lei nº 12.305 na empresa. E por fim, 54% afirma que não aplica a coleta na empresa, por não terem um destino correto para os resíduos dando ênfase na falta de conscientização, pontos de coletas e de incentivos.

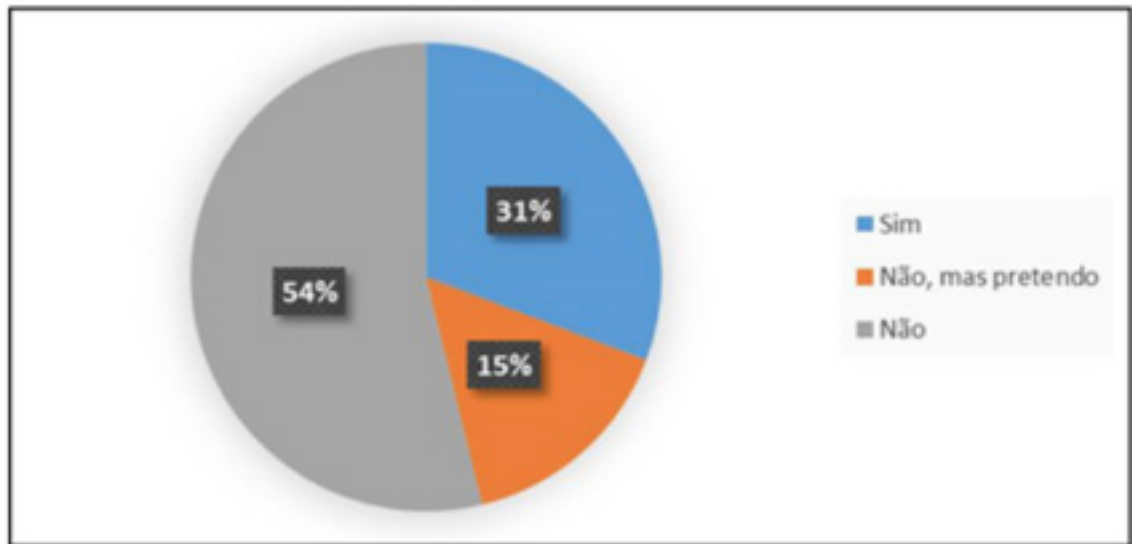


Figura 2 – Gráfico do desenvolvimento de prática de coleta de resíduos de equipamentos.

Fonte: Autores, 2016.

No gráfico da figura 3 se encontra uma pergunta de múltipla escolha, percebe-se logo de início que a alternativa C obteve mais respostas, a crescente conscientização ambiental dos consumidores. Em seguida temos a alternativa B, que nos traz benefícios econômicos do uso de produtos que retornam ao processo de produção, ao invés dos altos custos do correto descarte do lixo. E a alternativa A, legislação ambiental, que força a empresa a retornar seus produtos e cuidar do tratamento necessário, na qual a empresa é obrigada perante a lei a praticar logística reversa, essas duas alternativas foram obtiveram resultados iguais. Temos também as alternativas E, limpeza do canal de distribuição, a alternativa F, proteção de Margem de Lucro e por último a alternativa G, recaptura de valor e recuperação de ativos, que também houve um empate na escolha das alternativas.



Figura 3: Gráfico das razões que levou ou que leva a empresa a atuar em Logística Reversa.

Fonte: Autores, 2016.

No gráfico da figura 4, foram listados alguns equipamentos que são comercializados

e/ou utilizados pelas empresas de informática, sendo também uma pergunta de múltipla escolha. Dos equipamentos dispostos que mais as empresas comercializam e/ou utilizam, estão: as alternativas F, equipamentos de rede e B, notebook, pois hoje com a demanda por novas tecnologias, as pessoas querem estar conectadas com o mundo ao seu redor e para isso é necessário o uso desses equipamentos. Em seguida a alternativa A, desktop sendo um dos produtos que mais as empresas entrevistadas utilizam. Na alternativa G, equipamentos periféricos, também um dos produtos a serem de grande importância para as empresas, tanto para a comercialização, quanto a ser utilizado pela mesma. Na alternativa C, tablet e alternativa D, celular houve o mesmo resultado entre elas. E por fim temos os produtos menos comercializados e/ou utilizados pelas empresas que são: a alternativa E, videogame e a alternativa H, mídias removíveis.



Figura 4: Gráfico dos equipamentos comercializados e/ou utilizados pela empresa.

Fonte: Autores, 2016.

O que é importante nem sempre de fato acontece, nas empresas entrevistadas, como demonstra gráfico da figura 5, levando em consideração que a questão é de múltipla escolha, 2 responderam A que, não aceitariam os resíduos ou equipamento, caso o cliente da empresa queira efetivar a devolução de determinado produto, por danificação ou por estar obsoleto. Tendo a opção B como política para 3 empresas, onde aceitam o resíduo somente com notas fiscais de compra. Feita a coleta, 4 empresas verificam com a marca do produto/equipamento como proceder com a Logística Reversa do descarte, a opção E. A opção C, onde a empresa estaria solicitando que o cliente descartasse o produto em campanhas municipais, não foi costada como uma opção para a empresa, devido a inexistência dessas nos municípios. Não efetuando a coleta de resíduos a empresa poderia solicitar que o cliente encaminhasse o descarte na assistência técnica da marca do produto, que era a opção D, onde fora escolhida por 5 empresas.

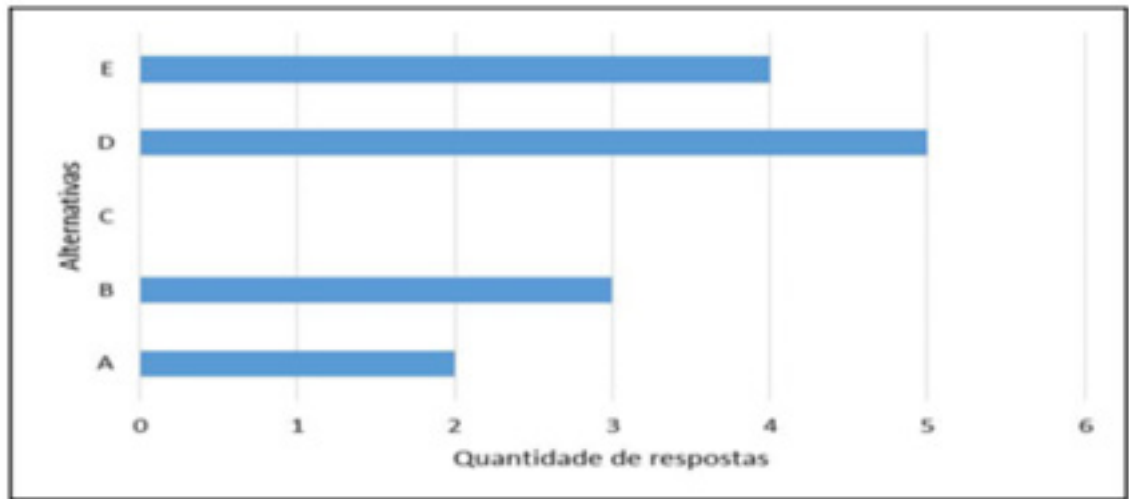


Figura 5: Gráfico do comportamento da empresa a devolução de produto danificado ou obsoleto.

Fonte: Autores, 2016.

Por fim, existem pontos críticos que as empresas encontram atualmente quando se trata de implementar e até mesmo de manter o funcionamento da Logística Reversa, por isso, colocamos no questionário alternativas que conforme mostraram nossas pesquisas bibliográficas, são as comumente utilizadas para relatar os problemas enfrentados. Analisando o gráfico da Figura 6, na alternativa A, temos a falta de orientação adequada, na qual foi uma das mais escolhidas, juntamente com a alternativa C, que se trata da falta de implementação de planos integrados de resíduos sólidos (coleta seletiva) nos municípios. Pois neles não existem nenhuma diretriz da parte dos órgãos competentes.

As demais opções da questão, ficaram empatadas, sendo B, falta de estrutura física ou institucional adequada, D, que discorria sobre a falta de incentivos fiscais e a alternativa E, que aborda a falta de uma política pública eficaz, entre os entes federativos, a qual conduza a atuação do setor privativos dos consumidores. Lembrando que, está também era uma das questões que poderia ser feita mais de uma escolha.

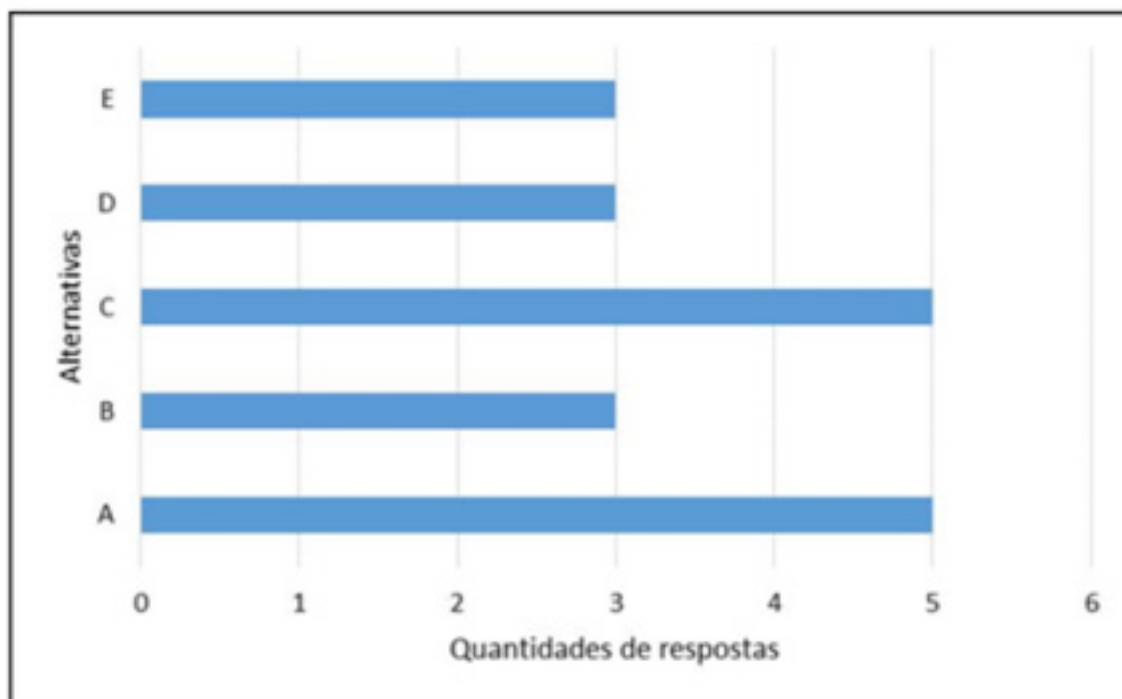


Figura 6: Gráfico dos Pontos críticos para a implantação e/ou funcionamento da Logística Reversa.

Fonte: Autores, 2016.

4 | CONCLUSÕES

Essa pesquisa foi desenvolvida com intuito de analisar a aplicação Logística Reversa, tendo como área de estudo da pesquisa algumas empresas dos municípios de Xinguara e Redenção, dando ênfase ao procedimento que acontece com os resíduos eletrônicos. Foi demonstrado através dos gráficos o conhecimento e aplicação da Logística Reversa, as dificuldades que algumas empresas entrevistadas enfrentam em aplicar esse sistema e a falta de orientação dos órgãos competentes.

Constatamos nessa pesquisa que algumas das empresas entrevistadas são conscientes do que é Logística Reversa e desenvolvem a prática de coleta dos resíduos de seus clientes. Fazendo uma análise nos dados coletados, percebe-se o número das empresas que praticam Logística Reversa é maior das que não praticam. E após a pesquisa algumas empresas que desconheciam a existência de logística reversa, sentiram interesse em se aprofundar e aplicar futuramente.

Vale ressaltar que atualmente as empresas que chamam mais atenção dos clientes, são empresas que possuem o selo verde, certificação ambiental que garante de que os produtos a serem utilizados apresentarão um menor impacto ao meio ambiente.

Desse modo é de fundamental importância que as empresas façam o descarte correto, incentivem seus clientes e também é essencial que os órgãos competentes façam campanhas de divulgação do quão é necessário fazer o descarte adequado dos resíduos sólidos, não somente para as empresas, mas também para as residências,

escolas entre outros.

REFERÊNCIAS

BRASIL, Lei nº 12.305, 02 de agosto de 2010a. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasil, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 29 set. 2016.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. 120 p., il., 17,5x25cm. (Série Educação a Distância). A pesquisa científica: p. 31-42. ISBN 978-85-386-0071-8.

G1. **Brasil produz 36% do lixo eletrônico da América Latina, mostra estudo**. Tecnologia. Disponível em: <<http://g1.globo.com/tecnologia/noticia/2015/12/brasil-produz-36-do-lixo-eletronico-da-america-latina-mostra-estudo.html>>. Acesso em: 30 set. 2016.

QUINOT, C. E. **A Logística Reversa dos Resíduos Eletroeletrônicos na Região Central do Vale do Taquari - RS**. Lajeado: UNIVATES, 2014.

SELPIS, A. N.; CASTILHO, R. O.; ARAÚJO, J. A. B. Logística Reversa de Resíduos Eletroeletrônicos. **Revista Científica Eletrônica Tekhne e Logos**. V.3, n.2, 2012.

SPONGE. **Selo verde**. Disponível em: <<https://sponge.eco.br/blog/selo-verde>>. Acesso em :10 out 2016.

ANÁLISE DA QUALIDADE E SUSTENTABILIDADE DE SOLO DE REFLORESTAMENTO ATRAVÉS DE ATRIBUTOS QUÍMICOS

Naiane Machado Santos

Graduanda em Engenharia Ambiental e Energias Renováveis. Universidade Federal Rural da Amazônia/UFRA

Jôsi Mylena de Brito Santos

Graduanda em Engenharia Ambiental e Energias Renováveis. Universidade Federal Rural da Amazônia/UFRA

Larissa Manfredo Soares

Graduanda em Engenharia Ambiental e Energias Renováveis. Universidade Federal Rural da Amazônia/UFRA

Letícia Coelho Vaz Silva

Graduanda em Engenharia Ambiental e Energias Renováveis. Universidade Federal Rural da Amazônia/UFRA

Fernanda Vale de Sousa

Graduanda em Engenharia Ambiental e Energias Renováveis. Universidade Federal Rural da Amazônia/UFRA

RESUMO: Analisar a qualidade de um solo é uma ferramenta de grande importância para a sua conservação e o planejamento do seu uso. Um solo com alta qualidade apresenta capacidade de realizar serviços que podem suprir a produção vegetal, transporte de matéria e a manutenção do funcionamento de ecossistemas. Este trabalho tem como objetivo abordar as práticas e resultados de análises dos atributos químicos de uma área de Floresta, para inferir sobre a qualidade e sustentabilidade

do solo analisado. A coleta de solo foi realizada em área de Floresta, localizada Universidade Federal Rural da Amazônia. Para tal, foram utilizadas três subáreas denominadas P1, P2 e P3, cada uma com cerca de 3x6 m. Sabendo que os parâmetros químicos reagem de forma interligada, foi analisado a variação do pH e como o mesmo interfere na disponibilidade de nutrientes presentes na solução do solo, assim como na qualidade e sustentabilidade do solo. Após todas as discussões e dados obtidos, pode-se inferir que o solo da área é considerado infértil, onde os valores relacionados a fertilidade apresentaram abaixo dos valores de referência, sendo adequado manter a área em repouso para a manutenção da qualidade.

ABSTRACT: To analyze the soil quality is a tool of great importance for its conservation and the planning of its use. A high quality soil presents capacity to provide services that can supply the vegetal production, transport of matter and the maintenance of the functioning of ecosystems. This work aims to approach the practices and results of chemical attributes in a Forest area, in order to infer about the quality and sustainability of the analyzed soil. Soil samples were taken in the Forest area, located at the Federal Rural University of Amazon. Three subareas denominated P1, P2 and P3, each with about 3x6 m were used. Knowing that the chemical

parameters react in an interconnected way, the pH variation was analyzed and how it interferes in the nutrient availability in the soil solution, as well as in the quality and sustainability of the soil. After all the discussions and data obtained, it can be inferred that the soil in the area is considered infertile, where the values related to fertility were below the reference values, and it is appropriate to keep the area at rest for quality maintenance.

1 | INTRODUÇÃO

A análise de qualidade do solo é uma ferramenta de grande importância para a conservação da qualidade e o planejamento do uso da terra. Através desse estudo, pode-se inferir sobre as condições e correções que o solo necessita para ser usado para uma atividade ou até escolher pela sua preservação em casos aonde o solo apresenta um grande risco de degradação. É através dos solos que as culturas se desenvolvem para nutrir e abrigar os seres humanos, visto isso, entender a fertilidade do solo é essencial para garantir que as necessidades básicas da produção vegetal estão sendo supridas (POTAFUS, 1998). De acordo com o Manual Internacional de Fertilidade do Solo (p. 2, 1998).

A fertilidade do solo, na agricultura moderna, é uma parte de um sistema dinâmico. Os nutrientes estão sendo constantemente “exportados” na forma de produtos de plantas e animais. Infelizmente, outros podem ser perdidos por lixiviação e erosão. Além disso, outros, como o fósforo (P) e o potássio (K), podem ser retidos por certos tipos de argila do solo. A matéria orgânica e os microrganismos do solo imobilizam e depois liberam os nutrientes através do tempo. Se o processo produtivo da agricultura fosse um sistema fechado, o balanço nutricional poderia ser relativamente estável. Isto não ocorre assim, entretanto, e é por isto que é essencial compreender os princípios de fertilidade do solo para uma produção eficiente das culturas e para a proteção ambiental.

Mas, além disso, um solo de qualidade é aquele que tem capacidade de realizar serviços que podem ser a produção vegetal, transporte de matéria, manutenção do funcionamento de ecossistemas e mais diversos serviços, ou seja, a qualidade do solo vai muito além da produtividade (MARCHI, 2008).

Exposto isso, este trabalho tem como objetivo abordar as práticas e resultados de análises dos atributos químicos de uma área de Floresta e a interpretação dos resultados, para inferir sobre a qualidade e sustentabilidade do solo analisado. A área de estudo usada neste trabalho faz parte da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) - Campus Belém, é composta por uma área de reflorestamento que se encontra ao lado do prédio do Instituto de Ciências Agrárias (ICA). Por ter características de capoeirão em nível de sucessão durante um longo período de tempo, foi definida como Área de Floresta, em repouso.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

A etapa de amostragem do solo é um dos momentos mais importantes em uma avaliação de qualidade, visto que as amostras coletadas devem representar muito bem a área de estudo. Se por um descuido as amostras do solo dessa área forem coletadas de forma indevida, as interpretações das análises poderão não condizer, dentro de uma faixa confiável, às características do local (SILVA JÚNIOR, MELO E SILVA, 2006). Nesse caso, as medidas a serem tomadas na área, poderão ser indevidas e até mesmo prejudiciais, tanto ao meio ambiente, como economicamente, caso se queira implantar alguma atividade no local (CANTARUTTI, ALVAREZ E RIBEIRO, 1999).

Esta atenção no momento de amostragem, se deve ao fato de que os solos não são homogêneos ao longo do horizonte da paisagem, nem verticalmente ao longo do perfil. Por conta de sua heterogeneidade, os solos são divididos em classes, onde cada classe agrupa solos de maior semelhança possível entre si. Horizontalmente, os solos irão variar de acordo com o relevo, vegetação e acidentes geológicos, essa variação horizontal, refletirá nos diferentes perfis de solo (SILVA JÚNIOR, MELO E SILVA, 2006).

Dessa forma, se uma área é diferente quanto a relevo e vegetação, deve-se fazer uma observação nesta para que se faça um plano de amostragem, dividindo a área em subáreas, que conterão solos com características semelhantes, para a coleta do solo (SILVA JÚNIOR, MELO E SILVA, 2006). Dentro de uma amostragem, outros fatores também precisam ser levados em consideração como o histórico da área, tipo de atividade que ali foi desenvolvida, e os produtos aplicados ao solo (CANTARUTTI, 1999). Assim, para conhecer as características químicas da região, a amostragem deve ser planejada adequadamente, para que o material coletado possa refletir as características reais da área.

A divisão das áreas de amostragem devem ser atentamente estudadas, a fim de que sejam subdivididas adequadamente para a coleta. Os principais fatores dessa subdivisão são as características do solo, que podem ser notadas, por exemplo, pela cor, textura e topografia, além de características da vegetação. A cor de cada solo, reflete os componentes presentes em maior quantidade no mesmo, sendo as cores vermelhas, amarelas, cinza e preto, as cores mais comuns. O solo de cor preta, por exemplo, apresenta alto teor de matéria orgânica, e conseqüentemente, maiores CTC e poder tampão. Da mesma forma, a topografia da região fornecerá informações sobre a formação do solo daquela área, pois geralmente, solos de regiões altas são mais bem formados, profundos, drenados, e com rocha matriz mais afastada da superfície, se comparado àqueles de regiões mais baixas (SILVA JÚNIOR, MELO E SILVA, 2006).

Após a devida separação da área em subáreas, geralmente, a coleta do solo é feita a uma profundidade de 0-20 cm, sendo uma porção uniforme, retirando os galhos e outros elementos interferentes presentes na amostra. Entretanto, esta profundidade poderá variar de acordo com a vegetação do local a ser avaliado (SILVA JÚNIOR,

MELO E SILVA, 2006). Estas amostras, podem ser coletas e armazenadas de forma simples ou composta. Uma amostra simples, compreende à porção coletada em um ponto da subárea, enquanto que a amostra composta é a mistura de homogênea de algumas amostras simples da subárea.

Feita a amostragem de uma área, segue-se para a análise que se deseja determinar, a exemplo o pH. Sendo assim, o IPNI (1998), define pH como sendo “a acidez ou alcalinidade relativa de uma substância, dentro de uma escala de 0 a 14. Este parâmetro indica a concentração de H⁺ presente no solo, sendo determinado a partir de um eletrodo que medirá seu potencial hidrogeniônico, possuindo grande influência na disponibilidade de nutrientes (EMBAPA, 2017).

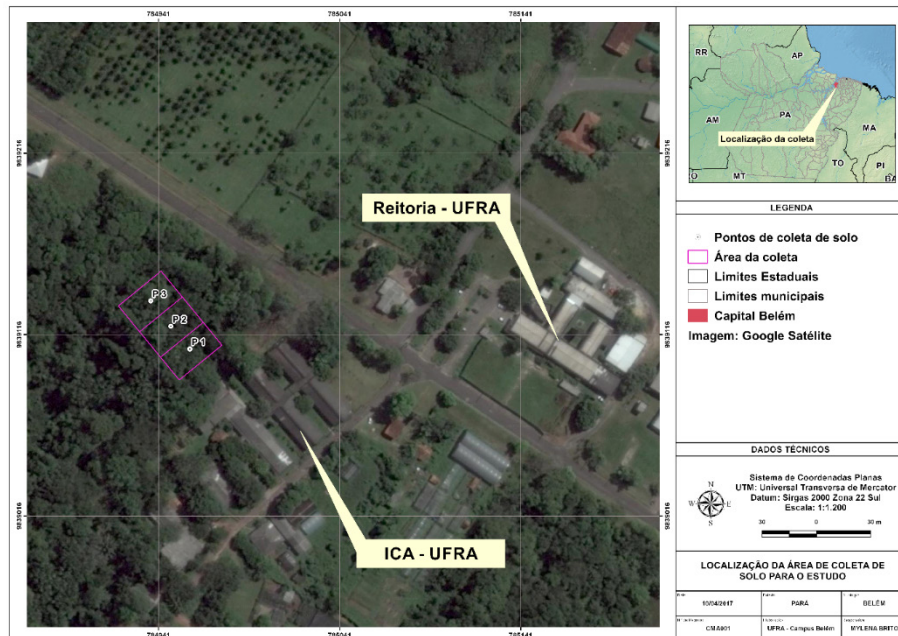
Alguns fatores podem influenciar o pH de um solo, dentre estes estão o material que deu origem ao mesmo, a intensidade de precipitação, a presença de vegetação, a decomposição de matéria orgânica, entre outros (IPNI, 1998). Da mesma forma, o valor de pH poderá intervir na disponibilidade de nutrientes presentes no solo, onde ocorrerá sua diminuição conforme o aumento da acidez no meio (IPNI, 1998).

3 | METODOLOGIA

A coleta de solo foi realizada em área de Floresta, localizada no ICA. Para tal, dividiu-se três subáreas que foram nomeadas de P1, P2 e P3, cada uma com cerca de 3x6 m, como observado no mapa 1.

Em cada subárea, foi, primeiramente, feita a limpeza do local, retirando a camada superficial de liteira que se encontrava na superfície do solo. Em seguida, em cada subárea, utilizando uma enxada, foram abertas quatro pequenas trincheiras em pontos diferentes para que fossem coletadas amostras simples e deformadas com profundidades de 0-5 e 5-10cm, as mesmas foram armazenadas em um recipiente de plástico e posteriormente misturadas para formar uma amostra composta. Após isso, as amostras foram armazenadas em sacos plásticos devidamente identificados.

Todas as amostras foram levadas ao Laboratório de Microbiologia do Solo, localizado no prédio de solos da UFRA e conservadas até o momento das análises. Para a análise das amostras, essas foram secas ao ar e peneiradas em malha de 2mm.



Mapa 1: Local da coleta de solo – Universidade Federal Rural da Amazônia – Floresta do Instituto de Ciências (ICA).

Fonte: Autoria própria (2017).

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise química do solo possui uma grande utilidade para a definição de sua fertilidade, possibilitando assim a escolha do manejo mais adequado para a área estudada. Os macronutrientes N, P, Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ , são encontrados nos minerais, na matéria orgânica e dissolvidos na solução do solo (EMBRAPA, 2011). Uma forma de analisar qualidade de um solo é através da CTC, onde analisa a capacidade de troca dos cátions presentes nos coloides do solo.

Os parâmetros químicos reagem de forma interligada. A variação do pH interfere na disponibilidade de nutrientes presentes na solução do solo, assim como na qualidade e sustentabilidade do mesmo. De acordo com os valores obtidos pode-se inferir um melhor manejo para área, propiciando sua melhor fertilidade em um longo período de tempo.

O pH (potencial hidrogeniônico) indica a quantidade de íons hidrogênio (H^+) que existe na solução do solo. É classificado como ácido quando é menor que 7, alcalino ou básico quando é maior que 7 e neutro quando é igual a 7. A média dos valores do pH do solo da área da floresta na profundidade de 0-5cm nos 3 pontos de coleta foi 4,1 em água e 3,9 em KCl, o que determina um grau de acidez muito alta, segundo a classificação dada por Tomé Jr. 1997, assim como na profundidade de 5-10cm, onde a média foi 3,9 e 3,8 em água e KCl, respectivamente. Essa elevada acidez vai influenciar nos valores Ca, Mg e P, na disponibilidade dos micronutrientes, baixa CTC e alta lixiviação.

A CTC do solo está ligada a capacidade de reter e liberar elementos na solução

do solo e está diretamente ligada ao pH e ao teor de matéria orgânica do mesmo. A análise deste parâmetro pode ocorrer de duas formas, através da CTC efetiva, onde os valores calculados levam em consideração as bases (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ e K^+) livres e a acidez trocável (Al^{3+}) em um dado pH, e a CTC potencial, onde adiciona os valores de H^+ na conta. Em solos de regiões tropicais, como na maior parte do território brasileiro, a matéria orgânica apresenta, geralmente, a maior participação no valor da CTC (CAPITULO II). Os valores de CTC devem ser avaliados em conjunto com os de Soma de Base (SB) e o de saturação por Bases (V), Tabela 1, para possibilitar a interpretação das características mineralógicas e orientar o melhor manejo de acordo com tipo de solo.

	cmol . dm ⁻³					
Sistema	CTC efetiva	CTC potencial	SB	%V	% m	%H
Floresta	1,948	6,335	1,378	21,7522	29,2608	69,2344

Tabela 1 — Média dos valores da CTC efetiva e potencial, soma de bases (SB), saturação por bases (%V), saturação por alumínio (%m) e saturação por H^+ .

Fonte: Autoria própria (2017).

Observando os dados apresentados, pode-se aferir que devido seu baixo pH, ocorre a diminuição das bases para troca na solução do solo, onde é demonstrado na CTC efetiva. De acordo com o livro Propriedades Físico Química do solo, esses valores de CTC potencial e Soma de Bases caracteriza uma boa relação com o teor de matéria orgânica. Contudo podemos atrelar o baixo valor de saturação por bases ao alto valor de saturação por hidrogênio, o que caracteriza um solo pouco fértil, pois impossibilita as trocas de cátions. De acordo com a tabela de interpretação de resultados o valor de saturação por alumínio encontra-se no nível médio, que é classificado como levemente prejudicial a qualidade e fertilidade do solo.

A matéria orgânica é formada por resíduos de vegetais e de animais, em decomposição. Sendo que a principal reguladora da CTC do solo. É válido ressaltar que a CTC da MO tem sua origem nas cargas negativas dependentes do pH, oriundas dos grupos carboxílicos e fenólicos, dos compostos orgânicos, quando o pH do solo se eleva de 5,5 até 7 ocorre dissociação dos íons H^+ , resultando em cargas negativas livres que podem ser ocupadas por outros cátions básicos, como, Ca, o Mg e o K, já quando o pH do solo encontra-se abaixo de 5,5 as cargas negativas vão se anulando devido à alta concentração de H^+ que está presente na solução do solo.

Considerando o exposto acima, a área a da floresta apresenta uma média de 22g.Kg⁻¹ de MO em sua camada superficial do solo. Esse teor é classificado como médio e apresenta determinadas características como, ocorrência em solos arenosos, lixiviação das bases, CTC potencial maior que a efetiva e alto teor de P-disponível, o que corresponde aos resultados encontrados durante as análises.

O carbono orgânico (C org), compõem cerca de 58% da matéria orgânica do solo. Durante o processo de decomposição dos materiais orgânicos por ação enzimática

dos microrganismos há liberação de carbono orgânico na forma de CO₂, o que diminui o teor de MO do solo. Os valores de C org da floresta, apresentam uma média de 13g. Kg⁻¹ de solo, classificando-o em nível médio. A decomposição do C org está ligada ao clima, temperatura, índice pluviométrico e a atividade microbiana, visto que em altos níveis acelera a decomposição dos materiais (Silva et al., 1994 apud Almeida e Sanches, 2014).

Para gerar os resultados da disponibilidade de Fósforo (P), pode-se utilizar vários extratores, sendo o Mehlich-1 o mais empregado no Brasil, sendo recomendado em solos com baixos valores de CTC, MO menor que 50g.Kg⁻¹ e pH menor 7, característica como em solos tropicais (BARBOSA et al. 2003). Essa forma de extração deve levar em consideração o teor da textura do solo, no caso da floresta o solo é classificado como arenoso, entretanto o valor médio do P-disponível encontram-se fora de um padrão esperado, sendo aproximadamente 140mg.dm⁻¹, impossibilitando uma aferição adequada em relação a esse parâmetro.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo do desenvolvimento do presente trabalho, o objetivo pretendido deste, foi avaliar a Qualidade e Sustentabilidade da área de Floresta. Após todas as discussões e dados obtidos, pode-se inferir que o solo da área é infértil, já que todos os valores relacionados a fertilidade se apresentaram abaixo dos valores de referência da EMBRAPA. Em contrapartida, o solo pode ser considerado sustentável, visto que a sustentabilidade da Floresta está pautada na ciclagem de nutrientes que ocorre através da matéria orgânica presente no solo. Portanto, é adequado manter a área em repouso para a manutenção da qualidade e apenas funcionando como objeto de estudos dentro da universidade, além da importância do equilíbrio da área que fornece conforto ambiental e permite a manutenção dos serviços ecossistêmicos variados.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R.f.; SANCHES, B.c.. Disponibilidade de Carbono Orgânico dos Solos no Cerrado Brasileiro. **Scientia Agraria Paranaensis**, [s.l.], v. 13, n. 4, p.259-264, 30 dez. 2014. Revista Scientia Agraria Paranaensis. <http://dx.doi.org/10.18188/1983-1471/sap.v13n4p259-264>. Disponível em: <e-revista.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/download/7792/7948>. Acesso em: 13 abr. 2017.

BARBOSA, Johan Kely Alves et al. **Disponibilidade de fósforo, extraído por mehlich-1, em solos cultivados com algodoeiro no cerrado de mato grosso**. 2004. EMBRAPA Algodão. Disponível em: <http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/trabalhos_cba4/360.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2017.

CANTARUTTI, R.B.; ALVAREZ V, V.H.; RIBEIRO, A.C. Amostragem de solo. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V, V.H. (Eds.) **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5 a aproximação. Viçosa, MG: CFSEMG/UFV, 1999a. p. 21-26.

CAPITULO II – **Propiedades Físico-Químicas do solo**. Disponibilizado pelo Professor Norberto Cornejo Noronha, durante disciplina de Agronomia. 2014.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solo**. Brasília: Embrapa, 2017, p. 199. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1087312/1/Pt2Cap1pHdosolo.pdf>>. Acesso em 09 abr. 2017.

MARCHI, Giuliano. **O que é qualidade do solo?** 2008. Disponível em: <<https://agrosoft.org.br/?q=node/101400>>. Acesso em: 10 abr. 2017.

SILVA JÚNIOR, Mário Lopes da; MELO, Vânia Silva de; SILVA, George Rodrigues da. **Manual de Amostragem de Solo para Fins de Fertilidade**. Belém: Fundação de Apoio à Pesquisa, Extensão e Ensino em Ciências Agrárias, 2006. 61 p.

IPNI. International Plant Nutrition Institute. Manual Internacional de Fertilidade do Solo. Piracicaba: POTAFOS, 1998. Disponível em: <[http://brasil.ipni.net/ipniweb/region/brasil.nsf/0/40A703B979D0330383257FA80066C007/\\$FILE/Manual%20Internacional%20de%20Fertilidade%20do%20Solo.pdf](http://brasil.ipni.net/ipniweb/region/brasil.nsf/0/40A703B979D0330383257FA80066C007/$FILE/Manual%20Internacional%20de%20Fertilidade%20do%20Solo.pdf)>. Acesso em: 09 abr. 2017.

ANÁLISE DE ATRIBUTOS FÍSICO-QUÍMICOS DO SOLO, PARA ELABORAÇÃO DE PROPOSTA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA, EM PROJETO DE ASSENTAMENTO NO SUDESTE PARAENSE

Amanda Cristina Macedo da Conceição

Cursando Especialização em Geociências
(PEGEO)

Universidade Federal do Pará
Belém – Pará

Danyelle Souza Guimarães

Bacharela em Engenharia Ambiental
Universidade do Estado do Pará
Marabá – Pará

Antônio Pereira Junior

Mestre em Ciências Ambientais (PPGCA)
Universidade do Estado do Pará
Belém – Pará

RESUMO: O estudo dos atributos físico-químicos do solo é um processo importante, pois possibilita a indicação de alternativas de manejo para recuperação de áreas. Entretanto, em assentamentos rurais há dificuldade e/ou má qualidade destes estudos, já que a assistência técnica responsável por tal ação se apresenta por vezes ausente ou de má qualidade, dada a deficiência dos órgãos oficiais que as contratam. Desta forma, o presente estudo espera contribuir para mitigação do mosaico de áreas desmatadas em assentamentos rurais. Assim, o objetivo do estudo foi analisar atributos físico-químicos do solo do lote 21, localizado no Projeto de Assentamento Castanhal Araras, município de São João do Araguaia/PA, para

elaboração de proposta de recuperação de área degradada. A metodologia empregada foi o delineamento experimental de três áreas, com coleta de 54 amostras de solo, em mini trincheiras randomizadas de 0,25 m². Ademais, foram realizadas análises de granulometria, macro e micronutrientes, acidez do solo (pH, Al³⁺ e H+Al), complexo de trocas catiônicas, matéria orgânica, carbono orgânico, saturação por bases e alumínio. Os resultados de todas as áreas de estudo envolveram teores de areia acima de 830 g/kg classificando a textura do solo como areno-argilosa, pH abaixo de 5 indicando solo ácido, resultado fomentado com os índices de alumínio trocável e acidez potencial classificados em escala de médio a alto teor. Portanto, o estudo foi satisfatório, pois possibilitou a caracterização do nível de degradação do lote e a elaboração de uma proposta com indicação de cultivo de espécies frutíferas, como o abacate e a graviola.

PALAVRAS-CHAVE: PA Castanhal Araras. Dinâmica do Solo. Recuperação de Áreas.

ABSTRACT: The study of soil physical and chemical attributes is an important process since it allows the indication of alternatives management for the recovery of the areas. However, in rural settlements, there is difficulty and/or poor quality of these studies since the technical assistance responsible for such action

is sometimes absent or of poor quality, given the deficiency of the official agencies that contract them. In this way, the present study hopes to contribute to the mitigation of the mosaic of deforested areas in rural settlements. Thus, the objective of this study was to analyze soil physical and chemical attributes of plot 21, located in the Castanhal Araras Settlement Project, in the city of São João do Araguaia (state of Pará), for the elaboration of a proposed degraded area recovery. The methodology used was the experimental design of three areas, with a collection of 54 soil samples, in random mini-trenches of 0.25 m². In addition, analyzes of granulometry, macro and micronutrients, soil acidity (pH, Al³⁺ and H+Al), cation exchange complex, organic matter, organic carbon, base saturation and aluminum, were performed. The results of all the study areas involved sand content above 830 g/kg, classifying the soil texture as clayey sand, pH below 5 indicating acid soil, a result promoted with the index of exchangeable aluminum and potential acidity graded of medium to high content. Therefore, the study was satisfactory, as it allowed the characterization of the level of degradation of the lot and the elaboration of a proposal with an indication of cultivation of fruit species, such as avocado and graviola.

KEYWORDS: PA Castanhal Araras. Soil Dynamics. Areas of Recovery

1 | INTRODUÇÃO

O primeiro projeto de assentamento (PA) oficialmente reconhecido, foi criado em 1987 no município de São João do Araguaia, no Sudeste Paraense, denominado de PA Castanhal Araras. O sistema produtivo 'tradicional' nos lotes consiste na derrubada da mata, na queima e no plantio de culturas anuais, como arroz, mandioca e feijão. Assim, em 2002, só restavam em média 26% de reserva legal em lugar dos 80% obrigatórios, nos lotes do município de São João do Araguaia (NAASE, 2010).

Nesse contexto, estudar a dinâmica das propriedades do solo é um processo importante, pois pode indicar alternativas de manejo para recuperação das áreas. Frente à carência e má qualidade de serviços de assistência técnica, ocasionados principalmente pela deficiência dos órgãos oficiais. Por vezes o serviço é realizado pelas próprias organizações de produtores familiares (SANTOS et al., 2009; MENEZES et al., 2001).

Ademais, destaca-se que o processo de recuperação ambiental é complexo, requer tempo, recursos e conhecimento dos diversos fatores relacionados à área a ser recuperada, e as modificações inerentes ao processo que ocasionou o distúrbio. Para que o retorno do sítio degradado volte a uma forma de utilização, de acordo com um plano pré-estabelecido para o uso do solo, e em uma condição estável em conformidade com os valores ambientais, estáticos e sociais (ALMEIDA, 2016; TAVARES et al., 2008).

Desta forma, o objetivo do presente estudo foi elaborar uma proposta de recuperação de área degradada para o lote 21 do PA Castanhal Araras, com o resultado

das análises físico-químicas do solo, que proporcionaram a verificação da situação do solo, quanto à disponibilidade de nutrientes, acidez do solo e complexo de trocas catiônicas dentre outros atributos, para recuperação mais adequada a realidade do lote.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

A área de estudo corresponde ao Lote 21, do PA Castanhal Araras, localizado no município de São João do Araguaia, Sudeste Paraense, o lote possui uma área de 50,15 ha, dos quais 20,82 ha estão desmatados. O município possui um clima de acordo com a classificação de Köppen Am no limite de transição para Aw com temperatura média anual de 26,3°C, caracterizado por um período menos chuvoso (maio a outubro) e um período mais chuvoso (novembro a abril) (OLIVEIRA et al., 2010).

2.2 Tipo de Pesquisa

O método empregado foi o experimental, com 12 visitas *in situ* para coleta de amostras de solo e diagnóstico socioambiental da área, no período de 20 de junho a 09 de agosto de 2015. Essa metodologia foi complementada com pesquisas bibliográficas em periódicos, teses, dissertações, meios eletrônicos e outros meios de pesquisa que permitiram complementar esse estudo.

2.3 Amostra

No lote 21, foram delineadas 3 áreas de estudo com 720 m² (Figura 1). Cada área foi dividida em 9 parcelas de 8 m², e cada parcela subdividida em duas mini trincheiras randomizadas de 0,25 m² (Figura 2). Desta forma, as amostras totalizaram 54 unidades que foram acondicionadas em sacos plásticos transparentes de 500 g, etiquetadas e encaminhadas ao Laboratório Solocria Agropecuária Ltda (Goiânia – GO).

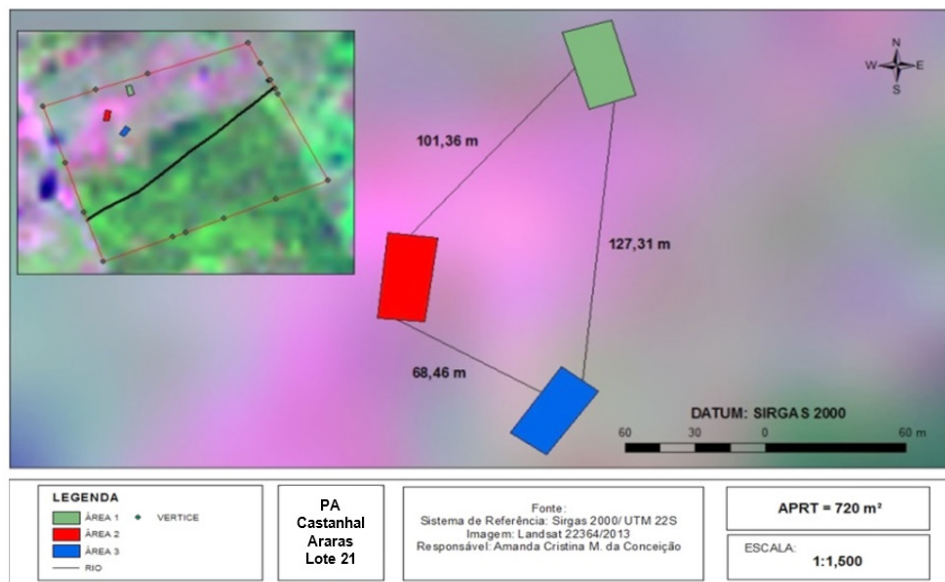


Figura 1 – Mapa de delineamento das áreas de estudo. São João do Araguaia – Pará.
Elaboração: Amanda Conceição, 2015.

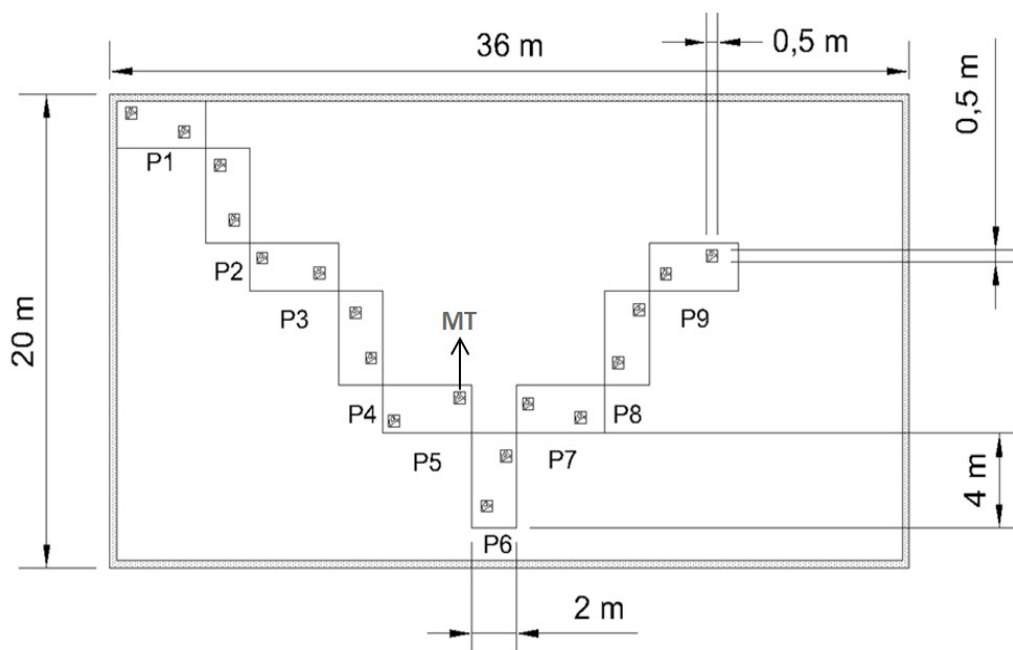


Figura 2 – Parcelamento das áreas de estudo. PA Castanhal Araras. São João do Araguaia – Pará

Legendas: P = Parcela; MT = Mini Trincheira

Elaboração: Amanda Conceição, 2015.

2.4 Coleta de Dados

A coleta do solo para as análises físico-químicas foi realizada através de escarificação das mini trincheiras em duas profundidades distintas 0-20 cm e 20-40 cm (Figura 3). A escarificação foi realizada com material perfuro cortante de 25 cm de lâmina, em sentido horizontal da direita para a esquerda e vice-versa, em parede interna escolhida de forma aleatoriamente.

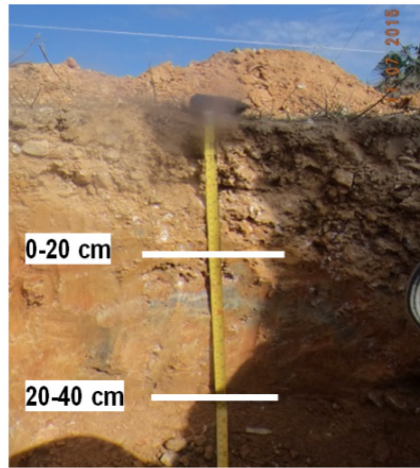


Figura 3 – Profundidades de coleta das amostras. PA Castanhal Araras. São João do Araguaia – Pará.

Fonte: Amanda Conceição, 2015.

2.5 Análise de Dados

Os resultados das análises físico-químicas foram tratados através de estatística descritiva para codificação dos dados e elaboração de tabelas, com a utilização do *software Excel 2013 (Professional Plus)*, bem como por meio do *software Talwin 4.2 (SUNG, 1996-2002)*, para classificação do solo.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Quanto aos Atributos Físicos do Solo

Com os resultados obtidos, foi realizada a classificação textural do solo das três áreas de estudo (Tabela 1). E a área 1 na profundidade de 0-20 cm, foi a única que se apresentou disforme das demais, com classificação de solo arenoso. As áreas 2 e 3 foram classificadas em ambas as profundidades como solo areno-argiloso.

Área	Profundidades (cm)	Areia	Argila	Silte	Total	Classificação Textural
		(g/kg)				-
1	0,0 – 20	896,7	67,8	35,5	1000	Arenoso
	20 – 40	864,5	83,3	52,2	1000	Areno-argiloso
2	0,0 – 20	883,3	75,6	41,1	1000	Areno-argiloso
	20 – 40	834,4	107,9	57,7	1000	Areno-argiloso
3	0,0 – 20	875,5	85,6	38,9	1000	Areno-argiloso
	20 – 40	864,5	83,3	52,2	1000	Areno-argiloso

Tabela 1 – Classificação textural do solo. PA Castanhal Araras. São João do Araguaia – Pará.

Fonte: Dados da Pesquisa.

3.2 Quanto aos Atributos Químicos do Solo

Os resultados das análises de solo foram interpretados conforme as classes de

interpretação (Tabela 2) recomendadas pela Embrapa, (2015); Rajj et al., (1996) e Ribeiro et al., (1999).

Atributos	Unidade	Classificação		
		Baixo	Médio	Bom
Zinco (Zn)	mg/dm ³	<0,5	0,6 – 1,2	>1,2
Fósforo (P)	mg/dm ³	<10	10,1 – 20	>20
Potássio (K)	mg/dm ³	<30	30 – 60	>60
Potencial hidrogeniônico (pH)	em CaCl ₂	<5	5 – 6	>6*
Alumínio trocável (Al ³⁺)	cmol/dm ³	<0,5	0,5 – 1	>1*
Acidez potencial (H+Al)	cmol/dm ³	<2,5	2,51 – 5	>5,01*
Magnésio trocável (Mg ²⁺)	cmol/dm ³	<0,45	0,46 – 0,90	>0,91
Cálcio trocável (Ca ²⁺)	cmol/dm ³	<1,2	1,21 – 2,40	>2,40
Potássio trocável (K ⁺)	mmol/dm ³	<1,5	1,6 – 3,0	>3,1
Matéria orgânica (MO)	g/dm ³	<20	20,1 – 40	>40,1
Carbono orgânico (CO)	g/dm ³	<11,6	11,7 – 23,2	>23,3
Capacidade de troca catiônica (CTC)	cmol/dm ³	<5	5 – 15	>15
Saturação por bases (V)	%	<50	51 – 70	>71
Saturação por alumínio (m)	%	<30	30 – 50	>50*

Tabela 2 – Critérios para interpretação dos atributos químicos do solo.

*A interpretação destas classes deve ser alto em lugar de bom.

Fonte: Adaptado de Embrapa, 2015; Rajj et al., 1996 e Ribeiro et al., 1999.

Na Tabela 3 são apresentados os resultados da análise dos atributos químicos do solo do lote 21, com valores médios das 54 amostras coletadas nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm.

Atributos	Unid.	Área 1	Área 2	Área 3	Área 1	Área 2	Área 3
		Profundidade de 0 – 20 cm			Profundidade de 20 – 40 cm		
		Zn	mg/dm ³	3,22	2,10	2,32	1,82
P Mehlich 1	mg/dm ³	6,32	3,39	7,48	3,60	2,18	7,02
K	mg/dm ³	103,11	109,56	81,11	52	82,11	37,33
pH	em CaCl ₂	4,20	4,31	4,41	3,89	4,02	4,01
Al ³⁺	cmol/dm ³	0,72	2,69	1,02	1,64	4,61	3,48
H+Al	cmol/dm ³	4,04	7,90	5,41	4,41	13,37	11,16
Mg ²⁺	cmol/dm ³	0,78	1,2	2,66	0,32	1,08	1,37
Ca ²⁺	cmol/dm ³	1,89	1,82	2,78	0,66	0,61	0,97
K ⁺	mmol/dm ³	2,70	2,80	2,10	1,30	2,10	1,00
MO	g/dm ³	30,11	18,67	34,44	13,56	7,67	11,33

CO	g/dm ³	17,58	10,83	19,98	7,86	4,43	6,57
CTC	cmol/dm ³	6,98	11,20	11,05	5,52	15,27	13,59
V	%	40%	33%	51%	20%	15%	19%
m	%	24%	45%	17%	61%	68%	59%

Tabela 3 – Resultado dos atributos químicos do solo. PA Castanhal Araras. São João do Araguaia – Pará.

Fonte: Dados da Pesquisa.

De acordo com os critérios adotados, os valores encontrados do micronutriente Zn, enquadram-se na classe Bom em todas as áreas na profundidade de 0-20 cm. Já na profundidade de 20 – 40 cm, apenas a Área 1 permaneceu na classe Bom, o que demonstra baixa mobilidade nos perfis do solo das áreas 2 e 3, que passaram para a classe Médio nesta profundidade.

Quanto aos macronutrientes, o P encontra-se na classe Baixo em todas as áreas, caracterizando o solo como pouco fértil, devido ao comprometimento da nutrição e crescimento que o déficit deste nutriente ocasiona nas espécies. O macronutriente K, no entanto está na classe Bom em todas as áreas na profundidade arável do solo, e na de 20-40 cm na classe Médio para as áreas 1 e 3, e classe Bom na Área 2.

Com relação à acidez do Solo, o pH de todas as áreas foi classificado como baixo, ressaltando a acidez do solo das áreas de estudo, pois de acordo com Caetano et al. (2008), solos com pH abaixo de 5,5 apresentam problema de toxidez de Alumínio. O que foi confirmado com a classificação do Al³⁺ que se apresentou na classe Alto em todas as áreas, excetuando-se a área 1 na profundidade arável do solo, que está na classe Médio. Ratificando a acidez do solo, o H+Al nas áreas 2 e 3 também estão na classe Alto, e na área 1 na classe Médio.

Com relação aos cátions básicos, a classificação (Tabela 4) foi bastante diversificada. Destaca-se que o Ca²⁺ melhora a estrutura, a permeabilidade e a infiltração de água no solo e que o mesmo se apresentou na classe Baixo em todas as áreas na profundidade de 20-40 cm.

Atributos	Unid.	Profundidade de 0 – 20 cm			Profundidade de 20 – 40 cm		
		Área 1	Área 2	Área 3	Área 1	Área 2	Área 3
Mg ²⁺	cmol/dm ³	Médio	Bom	Bom	Baixo	Bom	Bom
Ca ²⁺	cmol/dm ³	Médio	Médio	Bom	Baixo	Baixo	Baixo
K ⁺	mmol/dm ³	Médio	Médio	Médio	Baixo	Médio	Baixo

Tabela 4 – Classificação dos cátions básicos do solo. PA Castanhal Araras. São João do Araguaia – Pará.

Fonte: Dados da Pesquisa.

A MO e o CO estão na classe Baixo na área 2 em ambas as profundidades, e nas áreas 1 e 3 estão na classe Médio na camada arável do solo e na classe Baixo na

profundidade de 20-40 cm. O valor da CTC, que se relaciona com a MO podendo esta representar mais de 80% do valor total da CTC, apresentou-se na classe Médio em todas as áreas, com exceção da área 2 na profundidade de 20-40 cm que se encontra na classe Bom.

Contudo, a saturação por bases V enquadrou-se na classe Baixo em todas as áreas, excluindo-se apenas a área 3 na profundidade de 0 – 20 cm. O valor de V baixo significa que há pequenas quantidades dos cátions Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ saturando as cargas negativas e que a maioria delas está sendo neutralizada por H^+ e Al^{3+} . Por fim, a saturação por alumínio na profundidade de 20 – 40 cm está na classe Alto em todas as áreas, estudo realizado pela Embrapa (2010) recomenda correção do solo, quando nas camadas abaixo de 20 cm a saturação por alumínio for superior a 40%, o que ocorreu em todas as áreas de estudo que encontram-se próximas ou acima de 60% de saturação por alumínio.

3.3 Proposta de Recuperação

3.3.1 Metas

- Correção da acidez do solo.
- Recuperação das áreas com espécies frutíferas.

3.3.2 Diagnóstico Socioambiental

O lote 21 foi de propriedade de uma cooperativa, que o utilizava para pecuária, isto ocasionou a compactação do solo. Entrementes, a cooperativa realizou abertura de estradas para circulação de veículos e animais, o que gerou um ambiente bastante desgastado e com baixa fertilidade, o que foi verificado por meio dos baixos valores de saturação por bases e altos valores da saturação por alumínio, especialmente na camada de 20–40 cm. Além destes, os principais fatores de degradação no lote hoje, são os resíduos sólidos gerados pela família do atual proprietário que é assentado e reside com mais sete pessoas na propriedade, que agora conta com um comércio, instalações de alvenaria para criação de animais (suínos e galinhas) e pequenos cultivos de subsistência.

3.3.3 Definição de medidas adequadas à recuperação da área degradada

3.3.3.1 Correção da acidez do solo

Levando-se em conta critérios, ambientais e socioeconômicos favoráveis ao assentado, propõe-se a introdução de leguminosa estilosa, por ser uma tecnologia de baixo custo e viável para agricultores familiares, pois promove a melhoria do sistema solo-planta através do aporte de matéria orgânica, sem elevados gastos. Assim, indica-se a introdução da espécie leguminosa, *C. cajan* (L.) popularmente conhecida como feijão guandu para recuperação da área, devido à alta taxa de sobrevivência

da espécie em solos muito ácidos, a adubação orgânica que a mesma proporciona – repondo nutrientes –, e a fácil aquisição das sementes, que podem ser adquiridas na feira local do município de Marabá-PA, local que o assentado costuma frequentar.

3.3.3.2 Recuperação das áreas com espécies frutíferas

Indica-se para recuperação da área a implantação de espécies frutíferas (Tabela 5), visando viabilidade econômica dada à diversificação produtiva e ambiental devido às características favoráveis de resistência e fertilidade. Desta forma, as espécies propostas adequam-se a recuperação da área por não cobrarem muito do solo, e possuírem um período de curto a médio para o seu desenvolvimento.

Espécie	Nome científico	Variedade
Graviola	<i>Annona muricata L.</i>	Morada
Abacate	<i>Persea americana L.</i>	Ouro Verde Quintal

Tabela 5 – Espécies frutíferas indicadas para a recuperação de área degradada no lote 21. PA Castanhal Araras. São João do Araguaia – Pará.

Elaboração: Amanda Conceição, 2015.

As indicações se deram a partir das boas taxas de sobrevivência apresentadas no estudo de Guimarães et al., (2010) onde o abacate e a graviola, apresentaram taxas elevadas de sobrevivência e resistência ao déficit hídrico e a baixa fertilidade do solo, em áreas degradadas no município de São João do Araguaia, em comparação a outras espécies como açaí e bacuri. Outrossim, sugeriu-se duas variedades de abacateiro, já que mesmo sendo hermafrodita a espécie necessita de indivíduo com comportamento floral distinto para que a fecundação e alta produção de frutos ocorra.

Propõe-se ainda que o gravioleiro seja plantado com a técnica de enxertia, para proporcionar maior uniformidade entre as plantas e conseqüentemente aumentar a produção. Além de controle de pragas por meio de coroamento das mudas. Em caso de formigas cortadeiras, o controle pode ser realizado através do cultivo de feijão-deporco (*Canavalia*) na periferia.

3.3.4 Cronograma de execução

ATIVIDADE	1º ANO											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Limpeza	X											
Plantio direto do feijão guandu	X											
Replanteio		X										
Monitoramento						X						X
ATIVIDADE	2º ANO											
Coveamento e coroamento	X											
Introdução das espécies frutíferas	X	X	X									

Replântio	X	X	X		
Capina com coroamento	X	X	X	X	X
Monitoramento				X	X
ATIVIDADE				3º ANO	
Monitoramento				X	X

Tabela 6: Cronograma da proposta de recuperação de área degradada. PA Castanhal Araras. São João do Araguaia – Pará.

Elaboração: Amanda Conceição, 2015.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O delineamento experimental foi satisfatório, pois possibilitou a caracterização da situação base e do nível de degradação do local a ser recuperado, bem como as recomendações adequadas para a área. As propriedades do solo do lote 21, foram reduzidas no que se refere à disponibilidade de fósforo e matéria orgânica e comprometidas no que concerne a fertilidade, dado os resultados da saturação por bases. Além disto, as três áreas apresentam solos muito ácidos e com toxidez por alumínio. Desta forma, a presente proposta sugeriu a correção do solo com a utilização de espécie estiliosante e após 1 ano introdução de espécies frutíferas para recuperação da área degradada.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, D.S. **Plano de recuperação de áreas degradadas (PRAD)**. In: Recuperação ambiental da Mata Atlântica [online]. 3rd ed. rev. and enl. Ilhéus, BA: Editus. P. 140-158. 2016.

CAETANO L. C. S.; COSTA, A. F. S.; COSTA, A. N.; VENTURA, J. A.; FANTON, C. J.; LIMA, I. M.; SANTANA, E. N. **Recomendações técnicas para o cultivo do maracujazeiro**. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural - INCAPER, Vitória, ES, 2008.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite. Boletim de Pesquisa. V. 8. 2010.

_____. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Guia prático para interpretação de resultados de análises de solos**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos 206, 1ª edição online. 13 p. 2015.

_____. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Plantas Nativas para Recuperação de Áreas Degradadas e Reposição de Vegetação em Mato Grosso do Sul**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte. Comunicado técnico 75. 2002.

GUIMARÃES, T.P.; MANESCHY, R.Q.; OLIVEIRA, I.K.S.; COSTA, K.C.G.; CASTRO, A.A. Avaliação do crescimento inicial de frutíferas em sistema agroflorestais no PA Belo horizonte I, São Domingos do Araguaia-PA. **Revista, Agroecossistemas**, v. 2, n. 1, p. 39-47, 2010.

MENEZES, M.A.; PEREIRA, C.A.; VIEIRA, I.C.G.; BARROS, L.F.R.; JARDIM, S.M.M.; BRIENZA JUNIOR, S. **Bases técnicas para a estruturação do programa de “recuperação de áreas**

alteradas na Amazônia. (Convênio MMA/IPAM nº2000 CV/000122). 52 p. Belém-Pará. Dezembro, 2001.

NAASE, K. M. Recursos naturais, espaço social e estratégias de vida em assentamentos da reforma agrária na Amazônia brasileira (Sudeste Paraense). **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Hum.**, Belém, v. 5, n. 1, p. 79-102, jan.- abr. 2010

OLIVEIRA, P. D.; MANESCHY, R. Q.; COSTA, K. C. G.; GUIMARÃES, T. P.; OLIVEIRA, I. K. S. **Estabelecimento de banco forrageiro com leucena em unidade de produção familiar no Sudeste Do Pará.** Agroecossistemas, v. 2, 2010.

RAIJ, B. van et al. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** 2.ed. Campinas: Instituto Agrônômico. (IAC. Boletim Técnico, 100). 1996.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V, V.H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais.** 5ª Aproximação. Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. Viçosa/MG. 359p. 1999.

SANTOS, A. C.; FERREIRA, E. M.; ARAÚJO, L. C. Propriedades físicas e químicas de solos em áreas sob pastagens em cerrado do norte do Tocantins. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 7, p. 55-63, 2009.

TAVARES, S. R. et al. **Curso de Recuperação de Áreas Degradadas: A Visão da Ciência do Solo no Contexto do Diagnóstico, Manejo, Indicadores de Monitoramento e Estratégias de Recuperação.** Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2008.

ANÁLISE DOS RESÍDUOS GERADOS DO PROCESSO DE DESPOLPAMENTO DE AÇAÍ EM BELEM-PA

Izabelle Ferreira de Oliveira

Mestranda em Engenharia Civil- Universidade Federal do Pará- UFPA. Integrante do Grupo de Pesquisa de Estudo em Gerenciamento de Água e Recursos de Efluente-GESA. FAESA- Graduada em Engenharia Ambiental pela Universidade do Estado do Pará (2014).

Lucy Anne Cardoso Lobão Gutierrez

Doutora em Geologia e Geoquímica pela Universidade Federal do Pará (2010). Possui graduação em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal do Pará (1997), especialização em Hidrogeologia pela Universidade Federal do Pará (1997), mestrado em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pará (2003) Professora Adjunto I da Universidade do Estado do Pará

Eliane de Castro Coutinho

Doutora em Ciências Ambientais, na área de Física do Clima, pela Universidade Federal do Pará / Museo Emilio Goeldi / Empresa Brasileira de Agropecuária (2016), Mestrado em Meteorologia pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE (1999), Especialização em Meteorologia Tropical pela Universidade Federal do Pará e em Educação em Saúde Pública pela Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP) e Graduação em Meteorologia pela Universidade Federal do Pará (1993). Professora assistente IV, Universidade do Estado do Pará

Ana Julia Soares Barbosa

Possui graduação em Engenharia Sanitária E Ambiental pela Universidade Federal do Pará (2002) e mestrado em Pós Graduação Em

Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pará (2006) Atualmente é Professor Assistente I da Universidade do Estado do Pará. Tem experiência na área de Engenharia Sanitária , com ênfase em Saneamento Ambiental. Atuando principalmente nos seguintes temas: Bacia Hidrográfica, Produção de sedimentos, Geração hídrica de energia.

RESUMO: A água é um recurso natural essencial à existência, a manutenção da vida, ao bem-estar social e ao desenvolvimento socioeconômico. As demandas por água para fins industriais no Brasil vêm aumentando; estudos desenvolvidos, pela Agência Nacional de Águas (ANA), em 2003, estimam que a demanda de água para o setor industrial é de 18%, considerando todos os usos. A pequena empresa em geral está ligada a setores de baixa dinâmica financeira e de origem familiar. Na cidade de Belém, estado do Pará, podemos encontrar uma quantidade significativa de empresas de pequeno porte, que são mais conhecidas como pontos de venda, ou batedores de açaí, onde há uma elevada produção diária de polpa do fruto. O objetivo do estudo foi quantificar e caracterizar os resíduos gerados da produção da polpa do açaí. Foi desenvolvido no período de agosto a novembro de 2014, em dois pontos de venda de açaí, localizados no bairro da Cidade Velha, município de Belém. A pesquisa foi dividida

em quatro etapas: determinação dos locais da pesquisa, quantificação dos volumes de água consumidos; quantificação e caracterização físico-química dos efluentes; caracterização e quantificação física dos resíduos sólidos produzidos. Com a pesquisa foi verificado que para a produção de 1 litro de polpa são consumidos 4,415 litros de água, sendo 5,92 litros de efluente do amolecimento e lavagem do fruto.

ABSTRAT: Water is a natural resource essential to existence, life support, social well-being and socio-economic development. As demands for water for industrial purposes in Brazil, studies developed by the National Water Agency (ANA) in 2003, estimating the demand for water for the industrial sector of 18%, considering all uses. The company is in a downtown financial and family home park. In the city of Belém, in the state of Pará, small sized companies are more prominent as points of sale, or the açai beaters, where there is more daily production of pulp from the fruit. The study was to quantify and characterize the residues generated from the production of açai pulp. It was developed in November 2014 at two modern açai points of sale in the neighborhood of Cidade Velha, in the city of Belém. The measure was divided into four stages: measuring the volumes of water consumed; quantification and physical-chemical characterization of effluents; characterization and physical quantification of solid waste produced. With a research was carried out the following research for the production of 1 liter of pulp are consumed 4,415 liters of water, being 5.92 liters of effluent from the softening and washing of the fruit.

1 | INTRODUÇÃO

O açai é um fruto típico da região amazônica, fruta típica do clima tropical, se desenvolve próxima aos ribeirões, rios, igapó, várzea.

Para a população tradicional o açai faz parte da alimentação, consumido a qualquer hora, sob a forma de refrescos e sorvetes, com ou sem açúcar; pela manhã, em substituição ao leite, sendo inclusive oferecido às crianças pequenas; em todas as refeições, engrossado com farinha d'água ou de tapioca, acompanhando peixes e camarão seco, carnes e arroz com feijão, ou ainda puro, quando não há outra mistura.

O consumo do açai é crescente tanto pela demanda local, quanto pela demanda externa, haja vista que o estado do Pará é o maior produtor nacional de açai com 110.937t no ano de 2012 com alta de 1,57% em relação a 2011 (IBGE, 2013).

A produção da polpa do açai é diária e elevada, sendo o fruto do açai a matéria-prima principal e a água como um insumo indispensável, presente em todo processo produtivo desde lavagem, amolecimento e preparado da polpa.

O desenvolvimento de estudos para o conhecimento dos volumes de efluentes gerados, bem como, na determinação de suas características físico-químicas, já que são, quase sempre, encaminhados direta ou indiretamente para os corpos hídricos da cidade, em razão da baixa cobertura de redes coletoras de esgoto e de estações de

tratamento de esgoto na região metropolitana de Belém.

Nesta pesquisa foi realizada a quantificação dos resíduos sólidos, semente e borra de açaí, provenientes do processo produtivo bem como, determinada as demandas de água, incorporadas ao produto e necessárias para o processo de branqueamento.

2 | OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Quantificar e caracterizar os resíduos provenientes da produção de polpa de açaí.

2.2. Objetivos Específicos

1. Quantificar o volume de água demandado para a produção da polpa de açaí.
2. Quantificar o volume e as características físico-químicas das águas residuárias provenientes do processo.
3. Quantificar e determinar as características físicas dos resíduos sólidos gerados pela produção de polpa de açaí.

3 | MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

O estudo foi desenvolvido no período de agosto à novembro de 2014, em dois pontos de venda de açaí, localizados no da Cidade Velha e Jurunas município de Belém-PA, a indica a localização dos bairros.



Figura 1 – Localização dos pontos de coleta de efluente de açaí, Belém – PA, Brasil

Fonte: Autor, 2014

Amostragem e Análises em Laboratório

Para o desenvolvimento da pesquisa foram realizadas visitas aos pontos de produção de açaí com a finalidade de verificar os seguintes aspectos: acesso ao local, aceitação do proprietário, facilidade de coleta das amostras e de informações, condições de higiene da produção, sendo observando as normas de vigilância sanitária.

No Fluxograma 1, é mostrado o processo produtivo da polpa, bem como o consumo de água e a produção de resíduos sólidos. Foi realizado o acompanhamento da rotina de produção da polpa de açaí ao longo da manhã, desde a lavagem do fruto, passando para o processo de amolecimento e a obtenção da polpa como produto final.



Fluxograma 1 - Processo Produtivo da Polpa de Açaí.

Fonte: Autor, 2014

A quantificação dos volumes de água consumidos na produção de polpa de açaí foi desenvolvida nos dois pontos de venda, sendo quantificado o volume de água utilizado no processo de lavagem e amolecimento do fruto o volume de água incorporado ao produto final. No processo de lavagem ocorre a remoção de pequenas impurezas que são provenientes da debulha e do acondicionamento já o processo de amolecimento facilita a remoção da polpa do fruto com uma maior facilidade.

Para a aferição dos volumes utilizados para a lavagem e amolecimento do fruto e limpeza de equipamento e utensílios foi utilizado balde graduado de 11litros. A quantificação do volume de água incorporado ao produto final foi realizada com uma proveta graduada de 1 litro. A coleta foi realizada em duas campanhas em dois pontos de venda distintos.

Após o termino do processo de despulpamento foram realizadas as coletas dos efluentes provenientes da bateadeira e do amolecimento, totalizando 16 amostras, sendo quatro amostras do efluente gerado no processo de despulpamento e quatro amostras do efluente gerado no processo de amolecimento. As amostras foram transportadas para Laboratório de Laboratório de Química Ambiental (LQA) da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA). No laboratório, foram obtidos os valores de cor, turbidez, sólidos, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), fósforo, nitrogênio dos efluentes gerados no processo de amolecimento e processo de despolpa.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Lavagem e Amolecimento

Nas Figuras 2 a 4 são mostrados os processos de lavagem e amolecimento do ponto de venda A. Nas etapas de lavagem e amolecimento do fruto, foi utilizado um volume de 55 litros de água, tanto para a lavagem como para o amolecimento de aproximadamente 25 kg de fruto.



Figura 2 - Bacias de Amolecimento, Ponto A

Fonte: Autor, 2014



Figura 3-: Bacias de Lavagem, Ponto A

Fonte: Autor, 2014

No ponto de venda B os processos de lavagem e amolecimento são similares, sendo consumidos os volumes de 53 litros tanto para a lavagem como para o amolecimento de aproximadamente 25 kg. de fruto. Nas Figuras 24 e 25, são mostrados os processos de lavagem e amolecimento, do ponto de venda B.



Figura 4-Bacias de Lavagem, Ponto B

Fonte: Autor, 2014



Figura 5- Água Amolecimento Ponto B.

Fonte: Autor, 2014

4.3 Despulpamento

Nos dois pontos de venda, a água incorporada ao produto é filtrada em equipamento próprio com capacidade de 1000L/H. No ponto de venda A foi realizada a seguinte quantificação: para 25 kg de fruto, foram consumidos aproximadamente 18 litros de água produzindo o equivalente de 60 litros de polpa do produto.

Já no ponto de venda B, para 25 kg de fruto, foram consumidos o equivalente a 20 litros de água produzindo 65 litros de polpa de açai.

Nas Figuras 6 a 7, é mostrada a incorporação de água no processo de obtenção de polpa de açai, e nas Figuras 8 e 9 temos da produção de polpa de açai do tipo

grosso nos dois pontos de venda.



Figura 6 - Água Sendo Adicionada ao Processo

Fonte: Autor, 2014



Figura 7-Água Sendo Adicionada ao Processo

Fonte: Autor, 2014



Figura 8-Polpa de Açaí Ponto A

Fonte: Autor, 2014



Figura 9- Polpa de Açaí Ponto B

Fonte: Autor, 2014

Nas Tabelas 01 e 02 são apresentados os valores médios das características físico-químicas dos efluentes do processo de amolecimento, e da lavagem da bateadeira, nos pontos de coleta.

Unidades	UNT	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Parâmetros	Turbidez	cor	Sólidos	DBO	Nitrito	Nitrato	N.Amoniacal	PT	S.Suspensos
Médio Ponto A	910	550	2,5	75,6	0,115	0,805	14,825	15,25	407
Médio Ponto B	343	550	0,565	104,05	0,48	0,755	6,415	7,55	205
Média total	626,5	550	1,5325	89,825	0,2975	0,78	10,62	11,4	306

Tabela 1: Parâmetros Físico-químicos do Processo de Amolecimento.

Unidades	UNT	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Parâmetros	Turbidez	cor	Sólidos	DBO	Nitrito	Nitrato	N.Amoniacal	PT	S.Suspensos
Médio Ponto A	1100	550	6,55	0	1,61	1,895	11,685	23,1	1067
Média Ponto B	1100	550	5,11	89,35	1,61	1,61	17,005	17,7	1067
Média total	1100	550	5,83	44,675	1,61	1,7525	14,345	20,4	1067

Tabela 2: Parâmetros Físico-químicos da Batedeira.

Em relação ao parâmetro cor, a mesma guardou relativa correspondência entre si, nos dois processos. Apresentou índice de coloração elevado, devido a grande quantidade de substâncias dissolvidas na água.

Para o parâmetro turbidez, os níveis são elevados, chegando a um valor médio de 1100UT. Isso ocorre devido a grande quantidade de sólidos em suspensão oriundos do processo produtivo dos pontos de venda de açaí. Entre as formas inorgânicas que compõem o nitrogênio, foram observadas concentrações de nitrito e nitrato abaixo do valor estabelecido pela legislação.

No Quadro 1 é apresentada a comparação dos valores médios dos parâmetros determinados nos efluentes do amolecimento e bateadeira com os sugeridos por Metcalf & Eddy (1991) para a caracterização de esgotos.

Parâmetros	Médio Amolecimento	Média Batedeira	Característica do esgoto (M&E)		
			Forte	Médio	Fraco
DBO	89,825 mg/L	52,025 mg/L	Forte	Médio	Fraco
Sólidos Sedimentáveis	306 mg/L	1067 mg/L			
Sólidos	1,5325 mg/L	5,83 mg/L			
N .Amoniacal	10,57 mg/L	14,34 mg/L			
Fósforo	11,4 mg/L	20,4 mg/L			

Quadro 1 : Valores Médios dos Parâmetros

Conforme pode ser observar os valores apresentados no Quadro 1, correspondem aos efluentes resultantes do amolecimento e bateadeiras apresentam a DBO, como efluente fraco; Nitrato amoniacal, em ambos tem característica de efluente médio; o fósforo, sólidos suspensos e os sólidos do amolecimento, têm propriedade de efluente forte. Já os sólidos da bateadeira, mostram-se fraco.

A Tabela 3 apresenta a quantificação do volume de água utilizado para lavagem da bateadeira e utensílios dos dois pontos.

Locais	Ponto A	Ponto B
Volume de água usado na lavagem dos utensílios	7,2 L	9,0L
Volume de água usado na lavagem da bateadeira	4,2 L	8,2 L

Tabela 3: Volume de água Usado na Lavagem

Fonte: Autor, 2014

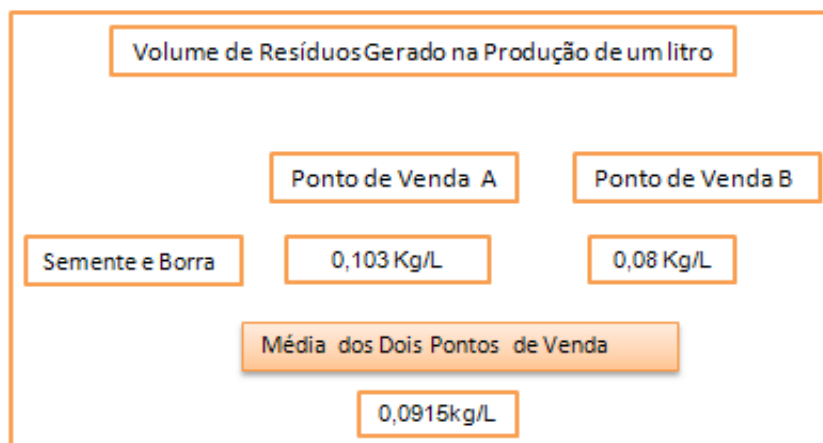
A quantificação do volume água ocorreu ao final de todo o processo onde ocorre a lavagem da bateadeira e dos utensílios. No quadro 2 e apresentada a demanda de água no processo, e o efluente gerado no despulpamento do fruto para a produção de um litro de polpa de açaí, respectivamente.

Consumo de Água na Produção de 1 litro Total da demanda de efluente		
	Ponto de venda A	Ponto de venda B
Volume de água usado na lavagem do fruto	1.83 L	1.63L
Volume de água usado no Amolecimento	1.83L	1.63L
Volume de água incorporado na produção	0.3L	0.307L
Volume de água usado na lavagem dos equipamentos e bateadeira	11.4L	17.2L
Total da demanda de água dois pontos	4.515L	
Total da demanda de efluentes dois pontos	5.92L	

Quadro 2: Demanda de Água no Processo Efluentes Gerados.

Volume de Efluente Gerado na Lavagem		
	Ponto de Venda A	Ponto de Venda B
*Volume de água usado na lavagem dos equipamentos e Bateadeira	11,4 L	17,2 L
Volume do Amolecimento	1,83L	1,63L
Volume da lavagem do fruto	1,83L	1,63L
Média	5,02L	6,82L
Média dos Dois Pontos de Venda		
	5.92 L	

Quadro 3: Efluentes Gerados



Quadro 4: Resíduos Gerados

Conforme observado nos fluxogramas 2, 3,4 para a produção de 1 litro de polpa de fruta de açaí é consumido em media 5,92 litros de água, são produzidos 0,0915kg de resíduos sólidos e gerado 5,92 litros de efluente líquido.

* Os volumes produzidos na lavagem dos utensílios e da batedeira são gerados ao final de toda produção, independentemente do volume produzido.

* Os volumes produzidos na lavagem dos utensílios e da batedeira são gerados ao final de toda produção, independentemente do volume de polpa produzido.

** Os volumes de lavagem e amolecimento do fruto, são referentes a um litro.

5 | CONCLUSÃO

De acordo com os dados levantados na pesquisa foi verificado que para o despulpamento do fruto e produção de um litro de polpa de açaí:

- O consumo médio de água é de 4,415 litros de água potável;
- A produção de efluente é de 5,92litros;

Comparando as características do efluente gerado pelo processo de amolecimento do açaí com os sugeridos por M& E foi verificado que efluente tem características de forte para os parâmetros de fósforo, sólidos suspensos e os sólidos, médio para o parâmetro N.Amoniacal e fraco para, DBO, nitrito, nitrato. Para o efluente da batedeira, fósforo e sólidos suspensos o efluente forte, DBO, nitrito, nitrato também são efluentes fraco e N.Amoniacal é efluente médio, segundo Metcalf & Eddy.

O lançamento deste efluente diretamente, na rede de esgoto pode causar impactos significativos aos cursos de água. Se tratando da cidade de Belém, dados coletados no *Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS (2014)* mostram que o percentual de esgoto coletado na região metropolitana é de respectivamente 5,25 %, no ano de 2014. De acordo com dados de indicadores de Saneamento Básico do País a cidade de Belém, ocupa no 87º lugar no Ranking do Saneamento

A produção do açaí gera ainda grande quantidade de resíduos, ao termino de

processo de despolpa, a semente pode ser utilizada na fabricação de carvão para fins de tratabilidade da água em processos de filtração, e a borra que tem alto poder nutritivo e pode ser utilizada na fabricação de biscoitos.

REFERÊNCIAS

IBGE; **Aumenta participação de áreas plantadas na produção florestal**, Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2013/12/aumenta-participacao-de-areas-plantadas-na-producao-florestal-segundo-ibge>>. Acesso em: 10. Nov.2014.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE; **Resolução CONAMA N° 430/2011**

Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 10. Nov.2014.

TRATAMENTO DE ESGOTOS SANITÁRIOS; **Características dos Esgotos** Disponível em: <www.ctec.ufal.br/.../APOSTILA%20-%20TRATAMENTO%20DE%20E>. Acesso em: 10. Nov.2014.

.SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. – SNIS (2014) Série Histórica água e esgoto da cidade de Belém, PA. Disponível em: <<http://app.cidades.gov.br/serieHistorica/>> Acesso: 29 Fev.2016

ANÁLISE GEOESPACIAL DO PROCESSO DE URBANIZAÇÃO NO MUNICÍPIO DE JACUNDÁ, PARÁ: TÉCNICA DE SUPERPOSIÇÃO DE MAPAS (OVERLAYS MAPPING)

Indri Santos Silva

Engenheira Ambiental. Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade do Estado do Pará.
Belém – Pará.

Eduardo Camurça da Silva

Engenheiro Ambiental. Universidade do Estado do Pará.
Belém – Pará.

Rodolfo Pereira Brito

Doutorando em Engenharia do Ambiente. Universidade do Estado do Pará.
Belém – Pará.

Suezilde da Conceição Amaral Ribeiro

Doutora em Engenharia de Alimentos. Universidade do Estado do Pará.
Belém – Pará.

Altem Nascimento Pontes

Doutor em Ciências Físicas. Universidade do Estado do Pará.
Belém – Pará.

RESUMO: O processo de urbanização ocorrido no município de Jacundá-Pará, foi decorrente da inundação do local pela barragem da Usina Hidrelétrica de Tucuruí e consequente remanejamento dos habitantes para a Vila Arraias, nas proximidades da Rodovia Paulo Fonteneles (PA-150), sendo que a alocação desses outros habitantes na vila, desenvolveu-se sem o prévio planejamento e infraestrutura necessária

para comportar as novas demandas. O objetivo deste estudo foi analisar geoespacialmente o processo de urbanização no município de Jacundá-Pará pela técnica de superposição de mapas, bem como relacionar os impactos ambientais sobre o Rio Arraia. A metodologia adotada baseou-se no levantamento de fontes bibliográficas, entrevistas, visitas e uso de técnicas de geoprocessamento. Os resultados obtidos demonstraram que o município se desenvolveu exponencialmente, expandindo-se no sentido do rio, com o agravamento de sérios problemas ambientais para o corpo hídrico, tais como lançamento de efluentes domésticos e industriais in natura, disposição inadequada de resíduos sólidos, supressão da cobertura vegetal que acentua o assoreamento e processos erosivos. De posse da técnica de overlay mapping evidenciou-se um índice de ocupação de área 2 vezes superior a inicial (474,02 ha) em comparação aos anos de 1984 a 2011, sendo que a taxa de urbanização saltou de 1,92% para 88,95% nos últimos 40 anos, em contrapartida, o saneamento ambiental não acompanhou o crescimento urbano.

PALAVRAS-CHAVE: Crescimento. Impacto ambiental. Geoprocessamento.

ABSTRACT: The urbanization process in the municipality of Jacundá-Pará resulted from flooding of the site by the dam of the Tucuruí

Hydroelectric Power Plant and consequent relocation of the residents to Vilage Arraias, near the Paulo Fonteneles Highway (PA-150), that the allocation of these other residents in the village has developed without the previous planning and infrastructure necessary to accommodate the new demands. The objective of this study was to geospatial analysis of the urbanization process in the city of Jacundá-Pará by the technique of superposition of maps, as well as to relate the environmental impacts on the River Arraia. The methodology adopted was based on the collection of bibliographic sources, interviews, visits and use of geoprocessing techniques. The results showed that the municipality developed exponentially, expanding in the direction of the river, with the aggravation of serious environmental problems for the water body, such as the release of domestic and industrial effluents in nature, inadequate disposal of solid waste, suppression of vegetation cover that accentuates sedimentation and erosion processes. The overlay mapping technique showed an occupation rate of 2 times the initial area (474.02 ha) compared to the years 1984 to 2011, with the urbanization rate jumping from 1.92% to 88.95% in the last 40 years, in contrast, environmental sanitation did not keep pace with urban growth.

KEYWORDS: Growth. Environmental impact. Geoprocessing.

1 | INTRODUÇÃO

A urbanização é uma das manifestações mais significativas da atividade humana (MOTA, 2011). De acordo com Tucci e Bertoni (2003), a urbanização representa um processo de agrupamento das características urbanas de uma localidade ou região, fenômeno esse associado ao desenvolvimento da civilização e da tecnologia ao longo da história.

A avaliação do processo de formação, ocupação, parcelamento e urbanização de um município, conforme Guerra e Gonçalves (2005), pode oferecer uma visão bastante dinâmica da realidade de uma determinada época. Dessa forma, não basta analisá-lo em apenas um momento de sua evolução, e sim entender como este, através dos anos, atingiu seu estado atual.

Nesse sentido, o crescimento populacional de Jacundá-Pará, no período de 1980 a 2011, de acordo com o IBGE (2011), teve um aumento considerável em 29 anos, que passou de 14.868 para 52.190 habitantes, com estimativas de atingir 56.076 habitantes em 2016. Entretanto, o processo de urbanização não acompanhou o desenvolvimento da infraestrutura, mediante as observâncias da Secretaria de Estado de Planejamento, Orçamento e Finanças do Pará, SEPOF (2013), visto que o município dispõe de sérios problemas de saneamento ambiental.

Dentre os problemas ambientais gerados pelo processo de urbanização, o Plano Diretor de Jacundá (2011) destaca: lançamento de efluentes domésticos e industriais in natura, disposição inadequada de resíduos sólidos e supressão da cobertura vegetal que acentua o assoreamento e processos erosivos. Segundo a SEMATUR

(2002), o principal corpo hídrico que abastece a população jacundaense (rio Arraia) já demonstra indícios de degradação ambiental, decorrentes dos desmatamentos e ação de atividades não licenciadas, como lava-jatos, dragagem e olarias.

Nesse sentido, Amorim e Cordeiro (2004) acrescentam que o processo de urbanização inadequado gera uma cadeia de impactos ambientais, que passa pela impermeabilização do solo, alterações na topografia, perda das matas ciliares, poluição e contaminação, diminuição da biodiversidade e aumento do escoamento superficial.

Dessa forma, para a análise do processo de urbanização e sua influência no meio natural, especialmente em corpos hídricos, pode-se adotar como ferramenta fundamental a técnica de superposição de mapas, denominado *overlay mapping* (FOGLIATTI et al., 2004; SÁNCHEZ, 2008). A superposição de mapas para Costa, Chaves e Oliveira (2005) consiste no método de confecção de mapas temáticos, por geoprocessamento. Assim, auxiliam na visualização em escala temporal da situação ambiental de uma área geográfica (IBAMA, 2005).

Diante do exposto, argumenta-se sobre a necessidade de avaliar os impactos ambientais decorrentes do crescimento urbano sem planejamento, e as repercussões deste processo deletério nos recursos hídricos e na saúde ambiental e coletiva. Assim, o presente estudo visa analisar o processo de urbanização no município de Jacundá-Pará pela técnica de superposição de mapas, de modo a observar os fatores que propiciaram o crescimento desordenado, bem como quais os impactos ambientais gerados na escala temporal de 40 anos, sobre o rio Arraia.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo é o município de Jacundá (04° 27'0" S e 49° 06'5" W), pertencente à mesorregião sudeste paraense e a microrregião de Tucuruí-Pará. O mesmo tem como limites ao norte o município de Goianésia do Pará, a leste com Rondon do Pará, ao sul Nova Ipixuna e a oeste Novo Repartimento. (IBGE, 2016). O mapa de localização geográfica de Jacundá, pode ser melhor visualizado na Figura 1.

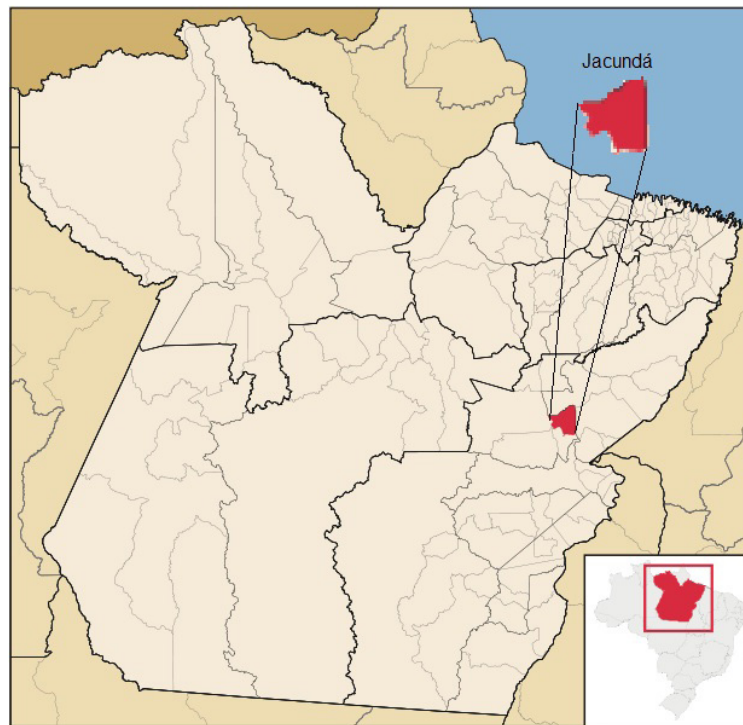


Figura 1 – Mapa de localização de Jacundá, Pará

Fonte: Prefeitura Municipal de Jacundá

Com relação ao número de habitantes, em 2010 encontravam-se na zona urbana 45.683 moradores e na zona rural 5.677, a área territorial do município equivale a 2.008,31 km², com densidade populacional na ordem de 25,99 hab/km² (IBGE, 2016). O clima do Município, insere-se na categoria de tropical úmido, tipo AW na classificação de Köppen (PREFEITURA MUNICIPAL DE JACUNDÁ, 2013).

A respeito da rede hidrográfica, esta é formada pelos rios Jacundá, Jacundazinho, Arraia, Tocantins, Sabiá, São Domingos, Moju, Jabutizinho, Jabutizão, Grotão do Meio, Iruanã Grande do Valentim, Praia Alta, Pacurui e pelos igarapés Água da Saúde, Grande, Piranheira e Piteira (SEPOF, 2013).

Os rios Arraia e Sabiá, segundo a SEPOF (2013), situam-se nas proximidades da zona urbana, sendo o rio Arraia a principal fonte de abastecimento do município de Jacundá. A sua nascente localiza-se na fazenda Planalto, cujo proprietário é o senhor Manoel Ferreira Soares, conhecido na região como “Zito”, a mesma está distante 36 km da sede do município. Não há registros disponíveis a respeito de estudos sobre as bacias e micro bacias hidrográficas existentes no município conforme a SEMATUR (2002), logo, os dados sobre a vazão do principal rio que abastece o município não são conhecidos.

Desse modo, a metodologia empregada para a realização deste estudo fundamentou-se na adoção de etapas, que foram desde o levantamento das informações mais relevantes acerca da temática abordada, bem como visitas ao Museu Municipal de Jacundá, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Turismo de Jacundá e entrevistas com autoridades do município, entre eles o diretor de cultura do Museu de Jacundá, Loeze Nunes Martins, e a professora Maria Dalva da Cruz Luz, sendo esta ex-coordenadora do projeto de Recuperação Florestal das Margens do rio

Arraia em Jacundá, no ano de 2002.

Os dados encontrados nestes locais, associados as entrevistas deram base para a contextualização do cenário pretérito e atual do município de Jacundá e assim possibilitou a identificação dos principais impactos ambientais decorrentes da urbanização nas proximidades do rio Arraia.

Para a avaliação da urbanização como possível influenciadora no processo de degradação da qualidade ambiental do rio Arraia, utilizou-se a ferramenta de geoprocessamento, com análise temporal de 40 anos, pela técnica de overlay mapping. Os mapas temáticos utilizados para a avaliação do crescimento urbano de Jacundá foram obtidos por intermédio das bandas de imagem do satélite LandSat 5, nos anos de 1984, 1993, 2004 e 2011, as mesmas foram tratadas no programa QuantumGis.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ordem era que carregassem tudo quanto pudessem, desta forma, muita coisa ficou para trás, inclusive parte da memória, sonhos, costumes e crenças dos jacundaenses (SILVEIRA, 2002). “Com a inundação pela barragem perdemos parte de nós, muitos foram mandados para alojamentos improvisados, outros reconstruíram suas casas, onde era possível” (MARTINS, 2016). Esse sentimento de vazio, também se estendeu à vila Arraias, segundo Santos (2003), a pequena vila foi bruscamente tomada por um contingente de pessoas desconhecidas, que se apropriaram dos espaços naturais de qualquer maneira.

O processo de urbanização ocorrido no município de Jacundá, segundo Luz (2016) é marcado pela junção da antiga Jacundá (submersa pelas águas do rio Tocantins) e a vila Arraias a partir da década de 70, de forma desordenada, ou seja, sem a devida estrutura física para comportar tal nível de crescimento, afetou de forma significativa os fatores ambientais como a vegetação, o corpo hídrico e o solo.

Com foco no crescimento urbano de Jacundá, observou-se que a população do município, desenvolveu-se exponencialmente ao longo do tempo, especialmente no período de 1980 a 2011. Tal situação pode ser melhor observada a partir dos dados alocados na Tabela 1.

Ano	População Urbana (Hab)	População Rural (Hab)	Taxa de Urbanização (%)
1980	282	14.586	1,92
1991	22.081	20.931	51,34
2000	34.518	6.028	85,15
2010	45.683	5.677	88,95

Tabela 1 – Crescimento urbano em Jacundá, Pará.

Fonte: IBGE (2016).

A partir dos dados dispostos na Tabela 1 pôde-se inferir que na década de

80 a população era basicamente rural, porém, na década posterior evidenciou-se nitidamente o processo de intensificação do êxodo rural, quando os habitantes se deslocaram para a área urbanizada em busca de melhores oportunidades. Desse modo, percebeu-se que a taxa de urbanização a partir de 1991 desenvolveu-se em maiores proporções, saltando de 1,92% para 88,95% nos últimos 40 anos.

A expansão urbana de Jacundá-PA avançou em sentido ao rio, onde na década de 80 a área que influenciava a qualidade do corpo hídrico era bem menor em relação aos anos subsequentes. Tal fato pode ser observado na análise geoespacial do crescimento urbano descrito na Figura 2, o que demonstra o processo horizontal de desenvolvimento urbano do município e apresenta-se em consonância com os dados contidos na Tabela 1.

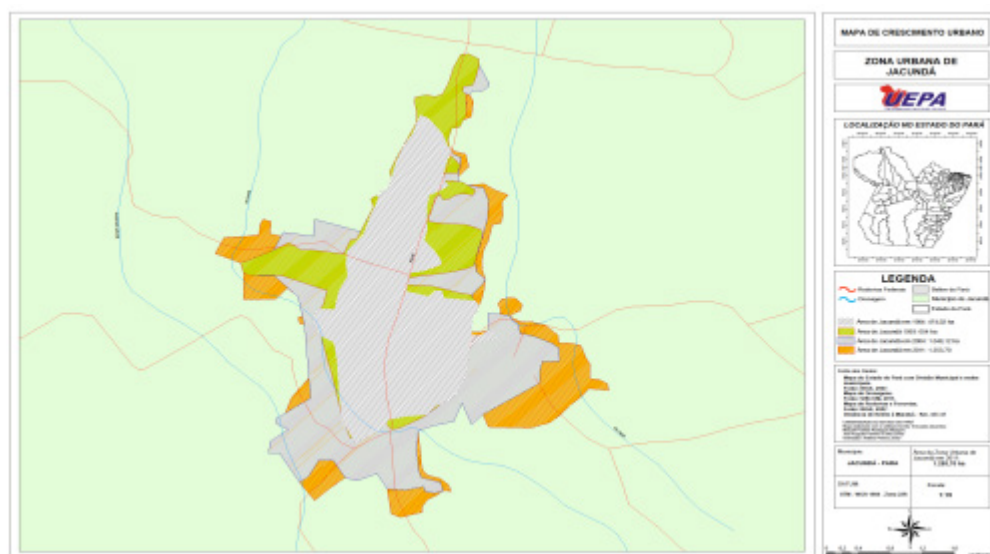


Figura 2 – Análise geoespacial do crescimento urbano de Jacundá-Pará

Fonte: Autores, 2016.

Mediante a técnica de superposição de mapas percebe-se que no ano de 1984 (hachura em cinza) a área territorial ocupada era de 474,02 ha, aumentando exponencialmente em 2011 (laranja) para 1.253,70 ha, representando índice de ocupação de área 2 vezes superior a inicial, em uma escala temporal de 40 anos.

Pesquisas realizadas por Monosowski (1998) acrescentam que o crescimento populacional de Jacundá ocorreu sem o prévio planejamento de órgãos da administração pública, especialmente na ausência de parcerias com as instituições locais que pudessem colaborar para minimizar os impactos decorrentes dessa ocupação. Desse modo, alguns serviços básicos de infraestrutura, como saneamento ambiental, fundamental para a minimização dos impactos ambientais, não acompanharam o processo de urbanização as margens do rio Arraia, conforme apresentado pela SEPOF (2013). A Tabela 2 demonstra a situação dos domicílios atendidos pelo esgotamento sanitário, no período de 1980 a 2010.

Ano	Rede de drenagem	Fossa Séptica	Outro	Sem Acesso a Tratamento
1980	--	--	--	282
1991	--	33	4.504	3.803
2000	205	39	7.401	1.669
2010	346	1.648	9.706	876

Tabela 2 – Domicílios atendidos pelo sistema de esgotamento sanitário.

Fonte: Adaptado de SEPOF (2013).

Os dados apresentados na Tabela 2 esclarecem que em 1980 o município não dispunha de redes de drenagem para as águas pluviais e esgoto. Esta problemática estendeu-se até a década posterior, com pequena utilização em 2000, devido ao início das obras de pavimentação e drenagem de ruas, no entanto, ainda insuficiente para atender as demandas, conforme observado no ano de 2010.

Percebe-se que os sistemas particulares de tratamento dos efluentes domésticos, como a fossa séptica, eram basicamente inutilizados no ano de 1980, com leve aderência da população em 1991 (33 unidades), e 2000 (39 unidades), sendo mais utilizada em 2010, porém, ainda incapaz de atender uma população urbana de 45.683 habitantes, no referido ano.

Com relação às outras formas de esgotamento sanitário e as pessoas que não dispunham de acesso à rede coletora, foram as variáveis que apresentaram maiores valores e representam maiores problemas ambientais, principalmente pelo fato de, possivelmente, estarem sendo utilizadas fossas negras e disposição direta no corpo hídrico e solo.

O fato de não existir uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) em operação no município de Jacundá, visto que a mesma se encontra em fase de instalação, implica dizer que os efluentes domésticos estão sendo lançados in natura no rio Arraia. Os estudos de Mota (2006) demonstram que o despejo de efluentes diretamente em corpos hídricos pode propiciar a poluição e contaminação do mesmo, com sérios danos à qualidade do corpo hídrico.

Além disso, quando se trata de crescimento urbano é necessária a supressão da cobertura vegetal para abertura de vias, áreas públicas, implantação de edifícios públicos e particulares (CERQUEIRA, 2006). A urbanização quando realizada sem planejamento, aumenta os índices de desmatamento, conseqüentemente propicia a desestruturação do solo, até a redução da infiltração de água (FINOTTI et al., 2009; MOTA, 2011).

Nesse sentido, o rio Arraia já demonstra indícios de estar sendo impactado pelo processo de urbanização desordenado (erosão das margens, assoreamento em alguns pontos, remoção da mata ciliar, presença de resíduos sólidos), assim, o reflexo da ausência de planejamento na realocação dos habitantes atingidos pela barragem

de Tucuruí foi a instauração de habitações em locais inapropriados, bem como a intensificação dos problemas de caráter ambiental.

4 | CONCLUSÕES

Devido ao processo de urbanização desordenada que vem acontecendo no município de Jacundá-PA a proteção das áreas de preservação permanente vem sendo desconsiderada, haja vista a ineficiência de ações públicas e a falta de planejamento referente ao uso e ocupação do solo. Dessa forma, o rio Arraia dentre outros igarapés são diretamente afetados pelas ações antrópicas.

Mediante a análise geoespacial pela técnica de overlay mapping notou-se o crescimento vertiginoso de ocupação de área superior a 100%, durante a escala temporal de 40 anos no município de Jacundá-PA. Nesse sentido, esse acelerado processo de urbanização desordenado já aponta indícios de posteriores impactos ambientais, dentre o desflorestamento de Áreas de Preservação Permanente - APP, aumento dos resíduos sólidos, estrutura de saneamento básico deficiente, bem como outros agravantes a qualidade ambiental do corpo hídrico no qual a cidade se desenvolveu.

Desse modo, para a minimização dos impactos ambientais gerados pelo crescimento urbano desordenado, sugere-se a adoção de medidas mitigadoras, tais como o zoneamento ambiental, para a proteção das APP, operacionalidade eficaz e eficiente da Estação de Tratamento de Água e Esgoto o mais breve possível, regularização das atividades não licenciadas como olarias e lava-jatos, a fiscalização das atividades de laticínios e frigoríficos, proteção da nascente do rio Arraia e principalmente a educação ambiental para a sensibilização da população local e autoridades competentes sobre a importância de conservação dos recursos naturais, no caso o rio Arraia e demais rios da região.

Por ser o presente trabalho de caráter exploratório e apresentar resultados indicativos de que a urbanização desordenada já está afetando negativamente a qualidade ambiental do entorno do rio, observa-se a necessidade de maiores estudos a respeito da qualidade da água no rio Arraia e a influência com o processo de urbanização. Assim, deve-se adotar como ferramenta fundamental o monitoramento constante das características físicas, químicas e microbiológicas do corpo hídrico e consequentemente adequar as não conformidades com os padrões legais.

REFERÊNCIAS

AMORIM, L. M.; CORDEIRO, J. S. **Impactos Ambientais Provocados pela Ocupação Antrópica de Fundos de Vale**. 16 p. 2004. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsAIDIS/PuertoRico29/martucci.pdf>>. Acesso em: Mai. 2016.

CASTRO, Edna. **Cidades Amazônicas na confluência das Águas**. In: UHLY, Steven; SOUZA,

Eliene Lopes. A questão da Água na Grande Belém. Belém: UFPA, Casa de Estudos Germânicos, 2004.

CERQUEIRA, Luiz Fernando Flores. **Os Impactos dos Assentamentos Informais de Baixa Renda nos Recursos Hídricos e na Saúde Coletiva: O Caso da Bacia Hidrográfica da Baixada de Jacarepaguá.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2006.

COSTA, Marcos Vasconcelos; CHAVES, P. S. Viana; OLIVEIRA, F. Correia. **Uso das Técnicas de Avaliação de Impacto Ambiental em Estudos Realizados no Ceará.** In: Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação, 28, 2005, Rio de Janeiro. Anais XXVIII Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação. Rio de Janeiro: UERJ, 2005.

FINOTTI, Alexandra R. et al. **Monitoramento de Recursos Hídricos em Áreas Urbanas.** Caxias do Sul: EDUCS, 2009.

FOGLIATTI, Maria Cristina; FILIPPO, Sandro e GOUDARD, Beatriz. **Avaliação de Impactos Ambientais: Aplicação aos Sistemas de Transporte.** Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

GUERRA, Antônio José Teixeira; GONÇALVES, Luiz Fernando Hansen. **Movimentos de massa na cidade de Petrópolis (Rio de Janeiro).** In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. Impactos Ambientais Urbanos no Brasil. 3 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005, p. 34 – 47.

IBAMA, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais e Renováveis. **Avaliação de impacto ambiental: agentes sociais, procedimentos e ferramentas**, 1 ed. Brasília: IBAMA, 1995.

IBGE. **Cidades, Jacundá 2011.** Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?codmun=150380&idtema=98>>. Acesso em: jun. 2016.

IBGE. **Estatística da População de Jacundá.** Disponível em:< http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/tabelas_pdf/total_populacao_para.pdf>. Acesso em: mai. 2016.

JACUNDÁ, Prefeitura. **História de Jacundá.** Disponível em: <<http://www.prefeituradejacunda.pa.gov.br/site/cidade.htm>>. Acesso em: mai. 2016.

JACUNDÁ, Prefeitura. Plano diretor de Jacundá. Jacundá: ENGVIX-THEMAG 2006.

LUZ, M.D.da C.; **Entrevista Informal** realizada com Maria Dalva da Cruz Luz, ex-coordenadora do projeto Recuperação Florestal das Margens do rio Arraia em Jacundá-Pará, no dia 21/07/2016.

MARTINS, L.N., **Entrevista informal** realizada com Loeze Nunes Martins, diretor de cultura do Museu Municipal de Jacundá, no dia 20/07/2016.

MONOSOWSKI, Elizabeth. **O Sertão Vai Virar Mar: Avaliação e Gestão Ambiental na Barragem de Tucuruí, Amazônia.** In: AB'SABER, Aziz Nacib; MULLER-PLANTENBERG, Clarita. Previsão de Impactos: O estudo de impacto ambiental no Leste, Oeste e Sul. Experiências no Brasil, na Rússia e na Alemanha. 2 ed. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo, 1998. p 123-141.

MOTA, Suetônio. **Introdução à Engenharia Ambiental.** 3 ed. Rio de Janeiro: ABES, 2006.

MOTA, Suetônio. **Urbanização e meio ambiente.** 4 ed. Rio de Janeiro: ABES, 2011.

SÁNCHEZ, Luis Enrique. **Avaliação de Impacto Ambiental: Conceitos e métodos.** São Paulo: Oficina de textos, 2008.

SANTOS, Edileuza dos. **Vila Arraias: História do “Vazio” (1974/1982).** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Bacharel em História) - Universidade Federal do Pará. Goianésia, 2003.

SEMATUR, Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Turismo de Jacundá. **Recuperação Florestal das Margens do rio Arraia**. Jacundá: Fundo Nacional do Meio Ambiente; SEMATUR, 2002.

SEPOF, Secretaria de Estado de Planejamento, **Orçamento e Finanças do Pará. Estatística Municipal**: Jacundá. Belém: SEPOF, 2013.

SILVEIRA, Claudionor Gomes. **Uma cidade submersa: memória e história de Jacundá (1915-1983)**. Belém: Paka-Tatu, 2001.

TUCCI, Carlos E. M; BERTONI, Juan Carlos. **Inundações Urbanas na América do Sul**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003.

ANÁLISE MULTITEMPORAL DE OCUPAÇÃO DO SOLO NO MUNICÍPIO DE ANANINDEUA (PA), BRASIL.

Alderuth da Silva Carvalho

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – Marabá - Pa

David Vale do Reis

Universidade Federal do Pará – Belém - Pa

Soraia de Fátima da Cruz Oliveira

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém – Pa

RESUMO: A partir da última década do século XXI, o município de Ananindeua – Pa, vem apresentando crescimento populacional superior ao do município de Belém, capital do estado. Considerando que o município de Ananindeua, assim como diversos municípios necessitam de mapeamentos com devidos fins pré-estabelecidos e escalas interpretativas condizentes, usamos a metodologia do geoprocessamento apresentando uma análise multitemporal baseada em imagens de satélite sobre a ocupação do espaço em 20 anos (de 1990 a 2010) para a análise da dinâmica da ocupação do espaço geográfico a fim de subsidiar políticas públicas socioambientais. Foram construídos mapas imagens e os mapas temáticos respectivamente das datas 1989, 1999 e 2008 com as classes temáticas: corpos de água, cobertura vegetal, espaço de ocupação dispersa e espaço de ocupação concentrada. A análise feita nos mapas temáticos revela que

a classe temática cobertura vegetal apresenta diminuição em termos quantitativos com o passar das décadas, perdendo espaço para as áreas ocupadas, na sua apresentação dispersa e também concentrada. Esse processo vem intensificando também nas ilhas comprometendo ecossistemas peculiares do bioma Amazônico. A transformação paisagística e da dinâmica espacial é impulsionada principalmente pelas pressões sociais exercidas no próprio espaço, denotando as múltiplas territorialidades do espaço que se expressam em diversas frentes, econômicas, sociais, religiosas, territoriais, políticas e etc.

PALAVRAS-CHAVE: geoprocessamento. modificação da paisagem. dinâmica de ocupação.

ABSTRACT: Since the last decade of the twentieth century, the municipality of Ananindeua - PA, has been showing population growth higher than the municipality of Belém, the state capital. Ananindeua municipality, asymmetric, defines the municipality of mappings with indicators of preconditions and consistent interpretive scales, using the geoprocessing methodology, a multitemporal analysis based on satellite images on the occupation of space in 20 years (1990). to 2010) for an analysis of the occupation of the geographic space in order to subsidize the socio-environmental public

possibilities. Map maps and maps with data considered 1989, 1999 and 2008 were constructed with the following classes: water, vegetation cover, dispersed occupation space and concentrated occupation space. The analysis done in the thematic indexes reveals the winter thematic class and presents the occupied dimensions in their dispersed and also concentrated presentation. This process has also intensified in the islands, compromising the ecosystems peculiar to the Amazon biome. Landscape transformation and spatial dynamics are driven by the social pressures exerted in space, denoting as multiple territorialities of space that are expressed on various fronts, economic, religious, territorial, political, and so on.

KEYWORDS: geoprocessing. change of landscape. dynamics of occupation.

1 | INTRODUÇÃO

Segundo Tucci (2005) o desenvolvimento urbano se acelerou na segunda metade do século com grande concentração de população em pequeno espaço, causando diversas alterações antrópicas, devido à falta planejamento. Este fato produz uma série de impactos em sua maioria negativos como a retirada da cobertura vegetal e das Matas Ciliares, desrespeitando a faixa marginal de proteção de rios.

Diante disso levanta-se o questionamento sobre como as políticas públicas têm acompanhado esta evolução da ocupação do espaço em termos de infraestrutura e oferta de condições básicas, como saneamento, abertura de estradas, rodovias, construções de hospitais, escolas para atender a crescente dinâmica do crescimento populacional das cidades.

Nesse cenário o município de Ananindeua, assim como diversos municípios do Estado do Pará, carece de mapeamentos com devidos fins pré-estabelecidos e escalas interpretativas condizentes, principalmente os mapas temáticos que são construídos baseados em conceitos geográficos que representem o dinamismo do espaço.

Este trabalho tem por finalidade executar um estudo de monitoramento da evolução da ocupação do espaço geográfico, através da interpretação da transformação da paisagem subsidiando assim, elaboração de Mapas Temáticos a partir de digitalização sobre imagens de satélites, com a devida definição de escala e seleção das classes temáticas no mapeamento; elaboração de um mosaico comparativo dos mapas temáticos e análise da dinâmica e evolução da ocupação espacial, através de análise comparativa, reflexiva e cruzamento de dados dos mapas temáticos.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

A informação geográfica ou espacial de localização neste trabalho foram extraída de imagens de satélites. As imagens orbitais selecionadas foram as imagens do sistema Land Remote Sensing Satellite (Landsat -5) a partir de um projeto desenvolvido pela

NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) dedicado exclusivamente à observação dos recursos naturais terrestres, geridas pelos Estados Unidos, fornecidas gratuitamente através do Banco de Imagens da Divisão de Geração de Imagens do INPE/ Cachoeira Paulista (SP) por transferência de arquivos (FTP) via Internet.

Foram construídos mapas imagens e os mapas temáticos do município em estudo, dos anos de 1989, 1999 e 2008, por tanto um intervalo temporal intencional de quase uma década, utilizando de softwares de Sistema de Informação Geográfica Spring e ArcGis. A análise feita será qualitativa, baseada nas classes temáticas nas cores: Azul Marinho (Corpos de Água), Verde Claro (Espaço de Ocupação Dispersa), Verde Escuro (Cobertura Vegetal) e cor de Laranjada (Espaço de Ocupação Concentrada).

2.1 Descrições da Área de Estudo

Ananindeua possui um território de 190,503 km² e faz fronteira com os municípios de Belém e Santa Isabel, incluindo uma área insular composta de 9 ilhas e detém o título de segundo município mais populoso do estado do Pará, contando com uma população de 471.980 habitantes segundo último senso do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE de 2010. Sendo considerada pelo jornal Gazeta Mercantil, em 2008, a cidade mais dinâmica do País.

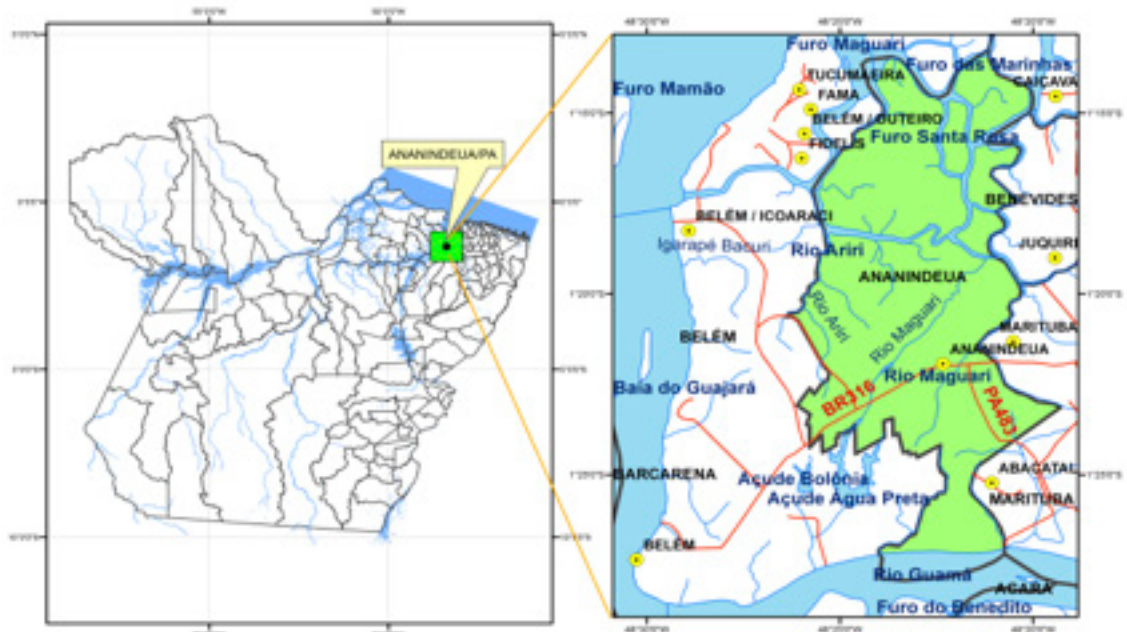


Figura 1 - Mapa da localização do município de Ananindeua no estado do Pará

Fonte: Base digital cartográfica – IBGE

2.2 Definição das Classes Temáticas

As classes temáticas definidas para a elaboração dos mapas temáticos são as seguintes: corpos de água (Figura 2), cobertura vegetal (Figura 3), espaço de ocupação dispersa (Figura 4) e espaço de ocupação concentrada (Figura 5). Vale ressaltar que as classes temáticas sofreram algumas generalizações para fins analíticos.

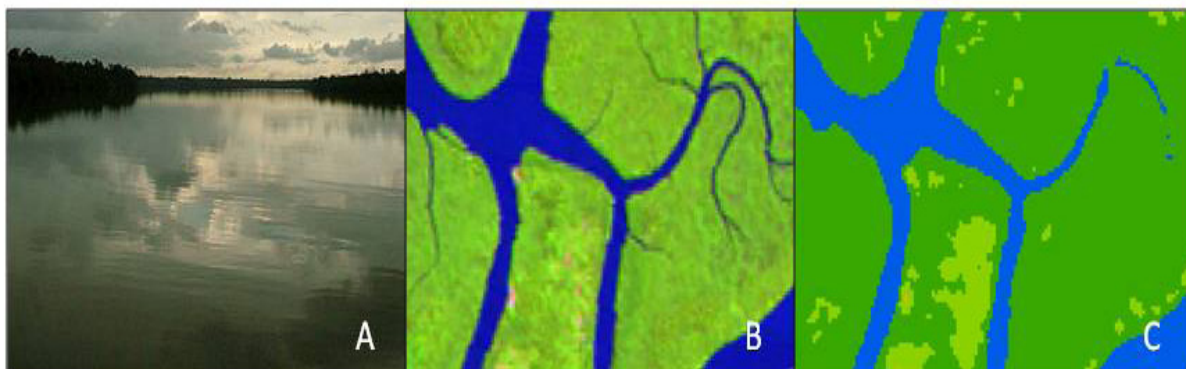


Figura 2 - Ilustração parcial do espelho d'água (A), visualização representativa da imagem de satélite (B), Demonstração parcial da extração temática da classe corpos de água, representada pela cor azul marinho(C).

Fonte: www.skyscrapercity.com (A). Imagem LandSat-5/TM (B); Geoprocessamento (C)

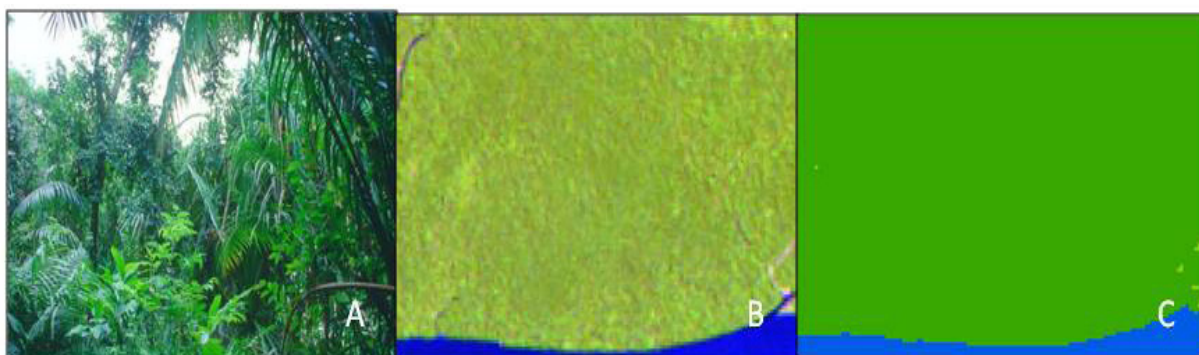


Figura 3 - Ilustração parcial do revestimento florestal (A), visualização representativa da imagem de satélite (B), Demonstração parcial da extração temática da classe cobertura vegetal, representada pela cor verde escuro(C).

Fonte: www.skyscrapercity.com (A). Imagem LandSat-5/TM (B); Geoprocessamento (C)

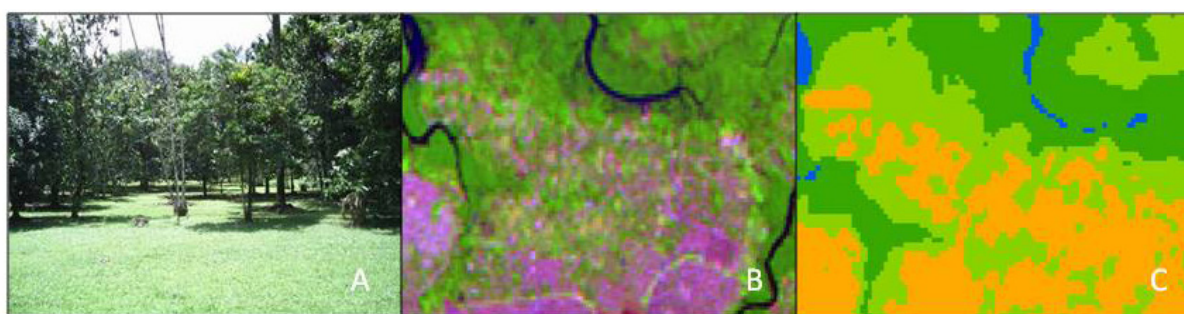


Figura 4 - Ilustração parcial do espaço de Ocupação Dispersa com características urbanas e rurais (A), visualização representativa da imagem de satélite (B), Demonstração parcial da extração temática da classe Espaço de Ocupação Dispersa, representada pela cor verde claro. (C).

Fonte: www.skyscrapercity.com (A). Imagem LandSat-5/TM (B); Geoprocessamento (C)

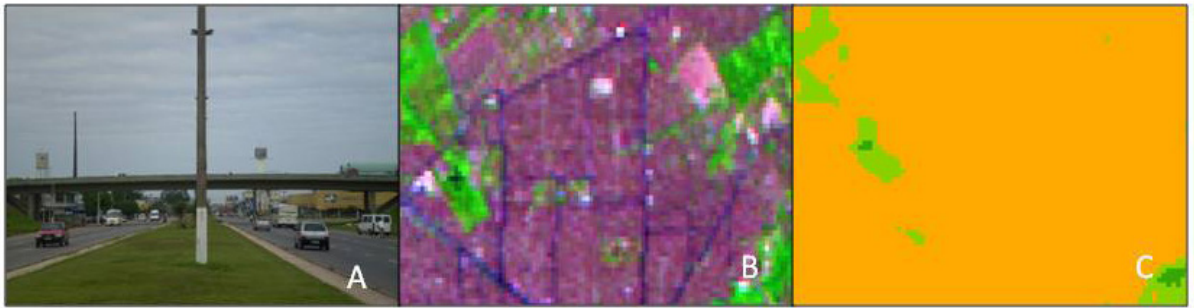


Figura 5 - Ilustração parcial do Espaço de Ocupação Concentrada com características acentuadamente urbanizadas (A), visualização representativa da imagem de satélite (B), Demonstração parcial da extração temática da classe Espaço de Ocupação Concentrada, representada pela cor de laranja pela cor verde claro(C)

Fonte: www.skyscrapercity.com (A). Imagem LandSat-5/TM (B e C)

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir os mapas temáticos em sucessão temporal, conforme figura 6 (a, b e c).

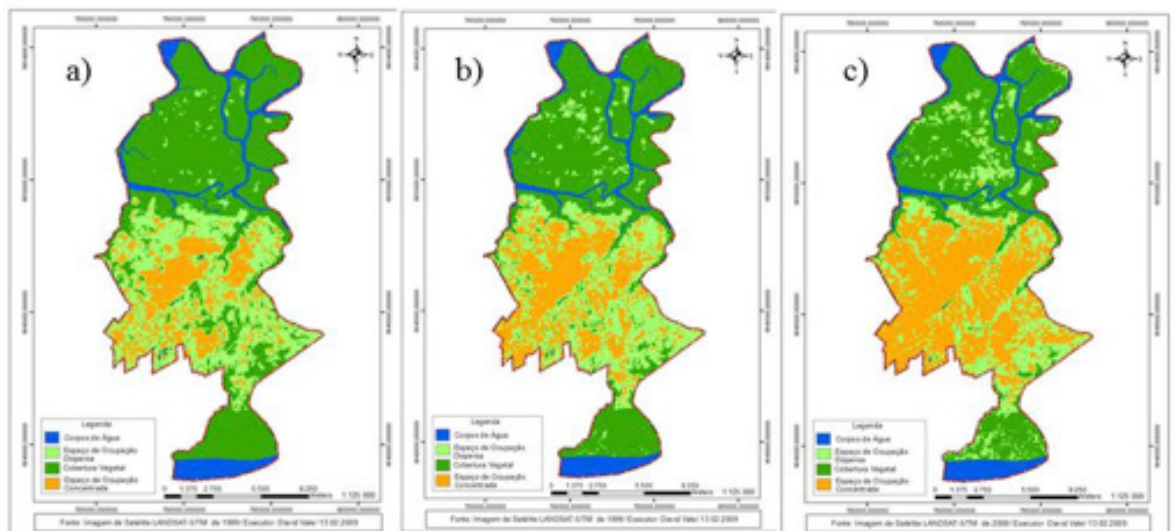


Figura 6 - Mapa temático do ano de 1989 (a). Mapa temático do ano de 1999 (a). Mapa temático do ano de 2008 (c).

Fonte – Satélite LANDSAT-5/TM

A Classe Espacial Corpos de Água sofreu irrisória mudança, justificado pela representação temática corresponder ao leito aparente dos Rios e Igarapés.

A classe Espaço de Ocupação Dispersa representa a classe que sofre maior dinamismo espacial, pois se qualifica como a representação das áreas ocupadas numa faixa intermediária entre o espaço urbano e o espaço rural (franja periurbana). Neste caso, o que se nota é o crescente aumento da expansão do espaço ocupado, seja na forma rural ou na forma urbana. Essa observação é corroborada por Oliveira (2004) que constatou na cidade de Ananindeua os empreendimentos imobiliários, verticais e horizontais, estão se estabelecendo preferencialmente em áreas longe do centro urbano, sendo uma peculiaridade desta cidade. Além disso, a busca de moradia em

Ananindeua é motivada pela sua proximidade com a capital do estado do Pará.

Um dado relevante é a ocupação cada vez mais crescente das ilhas que compõem o município, no mapa temático de 1989 nota-se a ocupação esporádica em algumas ilhas e a inexistência de ocupação humana em outras ilhas, porém analisando o mapa temático de 1999, verifica-se um aumento significativo destas ocupações com todas as ilhas já são ocupadas. Na análise do mapa temático de 2008 constata-se esta evolução da ocupação das ilhas evoluindo para a classe de Ocupação Concentrada. Mesmo sem levantar hipótese da causa, essa observação gera preocupação, pois regiões de ecossistemas costeiros densamente povoados, por serem sensíveis e importantes à produção de recursos vivos marinhos, condicionam conflitos de interesses entre diversos setores de atividade: urbanização, indústria, comércio, subsistência, serviços portuários, pesca e turismo, expondo e impondo aos ecossistemas e ao meio ambiente diferentes níveis de modificações e transformações (OLIVEIRA, 2014).

A classe temática Cobertura Vegetal representa a cobertura do solo enquanto revestimento florestal, no caso de Ananindeua suas florestas são na maioria, florestas secundárias em vários estágios, proveniente do desmatamento visto que se tratando de desmatamento na Amazônia, segundo Margulis (2013) a pressão populacional, a busca por recursos naturais, a ascensão do modelo capitalista, o desenvolvimento tecnológico, o valor da terra, a expansão da fronteira agrícola, entre outros fatores, imprimiram novas pressões a referida região.

4 | CONCLUSÕES

Podemos afirmar que a cobertura vegetal de Ananindeua vem diminuindo e sendo substituída por espaços ocupados na sua forma dispersa e concentrada, evidenciando a dinâmica horizontal da ocupação do município. Preocupantemente afetando o complexo de ilhas, influenciando na degradação e possível perda de ecossistemas peculiares das áreas de várzea e igapó, típicos do Bioma Amazônico e até mesmo o ecossistema de mangue.

Essas conclusões chamam atenção para imediatas providências dos governantes em relação à organização do espaço urbano e rural da cidade Ananindeua em prol da qualidade vida socioambiental da população.

Por fim, ressaltamos que o uso das geoinformações geoprocessadas e a utilizações das técnicas do sensoriamento remoto orbital, através das imagens de satélites e a cartografia temática aliada a um SIG, representam metodologias apropriadas e, sobretudo complementares no estudo da ocupação espacial, podendo ser aplicado por gestores preocupados com o rumo da ocupação contemporânea do espaço.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)**. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>. Acesso em: 01 dezembro 2014.

MARGULIS, S. **Causas do desmatamento da Amazônia Brasileira**. Brasília: Banco Mundial. 2003.

OLIVEIRA, R. S.; OLIVEIRA, J.M.G.C. **A Expansão da área metropolitana de Belém-Pa: Uma análise da verticalização no município de Ananindeua**. VIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica. Paraíba. 2004. p. 1147-1150

OLIVEIRA, B. C.F.; ADRIANO, A.P.P.; SCUCIGLIA, K.C. **análise espaço-temporal da dinâmica de ocupação antrópica em áreas de manguezal na Ilha dos Valadares, Paranaguá**. in: V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Belo Horizonte/MG. Novembro de 2014.

TUCCI, C. E. M. **Programa de drenagem sustentável: apoio ao desenvolvimento do manejo das águas pluviais urbanas** - Versão 2.0. Brasília: Ministério das Cidades, 2005.

APLICATIVO PARA MAPEAMENTO DA ESPÉCIE VEGETAL *CEIBA PENTANDRA (L.) GAERTN* – SAMAUMA APPLICATION

Tainah Kaylla dos Santos Aquino

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Engenharia Florestal
Belém – Pará

Beatriz Cordeiro Costa

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Engenharia Florestal
Belém – Pará

Marcela Janaina de Souza Miranda

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Engenharia Florestal
Belém – Pará

Sofia Rocha Nascimento Louchard

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Engenharia Florestal
Belém – Pará

Gabriela da Silva Azevedo

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Engenharia Florestal
Belém – Pará

Akmê-re Monteiro de Almeida

Centro Universitário do Pará, Ciência da
Computação
Belém – Pará

Otavio Andre Chase

Universidade Federal Rural da Amazônia, Instituto
Ciberespacial
Belém – Pará

José Felipe de Almeida

Universidade Federal Rural da Amazônia, Instituto
Ciberespacial
Belém – Pará

RESUMO: Este texto descreve uma plataforma colaborativa em nuvem, para registro digital de indivíduos da espécie *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn (Malvaceae). Com uso de uma *Application Programming Interface* (API), denominada Samauma Application, desenvolvida para instalação em dispositivos móveis, *smartphones ou tablets*, as suas imagens e informações são conseguidas nas coordenadas georreferenciadas nos pontos de cada registro de localização. A partir desta API, todos esses registros são disponibilizados em banco de dados, sendo obtidos pelos próprios usuários congregados em rede social. Além de servir como base de conhecimento científico sobre essa espécie arbórea, incentiva seus usuários ao sentimento de pertencimento às áreas de floresta onde são localizadas. O aplicativo objetiva linhas de ações básicas: o mapeamento dessa espécie em florestas e o mapeamento em centros urbanos espalhados na Amazônia brasileira. Para o caso de registros na floresta, tem como finalidade a preservação e conservação de seu *habitat* natural. Para o caso de registros em centros urbanos, esta ação possibilita estudos de valor de importância relativo ao diagnóstico dessas árvores quanto à sua presença em ambientes impróprios à sua condição biológica permitindo identificar previamente o risco de queda devido à intensa atividade urbana.

PALAVRAS-CHAVE: Aplicativo; Crime ambiental; Desmatamento na Amazônia; Tecnologia; Samaúma.

ABSTRACT: This paper presents a collaborative cloud platform for digital registration of *Ceiba pentandra* (L.) Gaerth (Malvaceae) individuals. Using Samauma Application Programming Interface (API) for installation on mobile devices, smartphones or tablets, images and information are obtained on places of origin georeferenced coordinates. From Samauma API, all records sent through the social network will be on available database. In addition, serving as a scientific knowledge base by mapping these tree species, users are incentivized to create a sense of belonging with the trees and the forest areas where they are referenced. Supported by the Samauma cloud platform, several key technologies in action lines can be improved, such as mapping this specie in forest and mapping in urban centers. Records relating to forest, application purpose is the preservation and conservation of natural habitat. In case of records at urban centers, this action allows studies of importance value to the diagnosis of these trees as their presence in environments unfit for their biological condition, allowing to identify in advance at risk of falling due to urban activity in the city.

KEYWORDS: Amazon deforestation; API, Environmental crime; Technology; Kapok tree.

1 | INTRODUÇÃO

O processo de preservação da floresta amazônica torna-se imprescindível para a conservação de suas espécies vegetais. Atualmente, apesar das leis ambientais e medidas de preservação, várias espécies continuam ameaçadas. É o caso da *Ceiba pentandra* (L.) Gaerth, árvore de grande porte, conhecida vulgarmente como Samaúma ou Samaumeira. Seu estoque natural encontra-se reduzido, por ter sido intensamente explorada nas últimas décadas para produção de lâminas torneadas, na confecção de compensados (SOUZA, 2005).

A floresta amazônica possui a maior biodiversidade do planeta Terra. Contudo, existe perda anual e sistemática de seu potencial florestal (ASNER *et al.*, 2009) devido a fatores naturais. Entre essas contribuições estão: as mudanças climáticas (IPCC, 2013) e outros fatores ambientais (PINTO *et al.*, 2003), de tal forma que, todas essas parcelas somadas à ação antrópica e ao desmatamento ilegal (CARNEIRO FILHO; SOUZA, 2009), não só tem alterado a dinâmica de seus ecossistemas, mas também submetido uma variedade de espécies à ameaça de extinção (MMA, 2014).

Segundo a União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais (IUCN, 2017) a cada dia, mais espécies saem do estágio de vulneráveis para entrar na lista de raras e em perigo, apesar das medidas de preservação do governo brasileiro e de leis ambientais. De fato, aliado à falta de informação acerca dessas questões e à deficiência dos meios de controle, por agências governamentais

(BARRETO *et al.*, 2017) na fidelização de sua atuação, faz-se necessário as constantes campanhas de alertas por meio da mídia, com destaque para a derrubada ilegal de espécies arbóreas (WWF, 2009).

O desenvolvimento da tecnologia digital, permite disponibilidade de serviços para criação de redes sociais (VERMELHO *et al.*, 2015) acessíveis à comunicação e informação direta entre usuários. De fato, isto pode ser um instrumento de contribuição ao esforço contra o desmatamento da amazônia. Neste texto, descreve-se a implementação de uma plataforma colaborativa em nuvem de computadores, criada para registro e mapeamento de indivíduos da espécie arbórea denominada *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn – Samauma Application.

Para isto, integrou-se conhecimentos das Ciências Florestais e da Ciência da Computação no desenvolvimento de uma API, com suporte nas Tecnologias da Informação e Comunicações (TICs). Desta forma, este projeto, com base em ações transdisciplinares, abrange aspectos botânicos, ecológicos, educacionais e tecnológicos na interface das redes sociais, objetivando a proteção e conservação da Samaúma.

2 | A SAMAUMEIRA

A Samaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn), pertence à família Malvaceae e é tida como originária da América Tropical, com ocorrência nas florestas úmidas da África Ocidental e do Sudeste Asiático (SAMPAIO *et al.*, 1999). Na floresta amazônica é uma espécie comum, principalmente ao longo de toda a bacia amazônica, em solos levemente ácidos, tanto ao longo de várzeas quanto na terra firme, atuando como espécie pioneira, ou mais precisamente, heliófita - grande tolerância ao Sol, ou seja, são árvores colonizadoras, de certa forma, dependente de clareiras, sendo, portanto, ideais para reflorestamento (SOUSA *et al.*, 2000).

Por ser leve e macia (densidade básica entre 0,30 e 0,37 g/cm³), pode ser utilizada na construção de embarcações, caixas, brinquedos, palitos, fósforos, pastas e barris (LORENZI, 2002), também a pluma que envolve a semente é aproveitada como isolante térmico, enchimento de travesseiros e colchões e até mesmo para construção de boias e salva vidas (SOUSA *et al.*, 2000). A semente também apresenta um óleo comestível, o qual também pode servir como matéria prima para fazer sabão, lubrificante para ferragens e para iluminação (LOUREIRO *et al.*, 1979).

Conforme Souza *et al.* (2005) é também uma das espécies mais utilizadas na produção de painéis compensados, na Amazônia Brasileira, apresentando alto valor comercial. Por tudo isso, é uma das espécies mais procuradas pelo mercado madeireiro no Brasil, junto com outras espécies como *Virola surinamensis* (ucuuba), *Bertholletia excelsa* (castanha do Pará) e *Swietenia macrophylla* (mogno).

Ademais, é uma espécie que pode crescer até 50m de altura e chegar a diâmetros

de 2m, podendo ser na terra firme ainda mais volumosa, porém mais baixa, segundo Lorenzi (1992). Em áreas de várzea é mais comum as Samaumeiras serem mais altas e com muitas sapopemas, chegando a alturas de até 8m (LORENZI, 1992). Quando jovem, a casca dessa árvore apresenta coloração acinzentada com muitos acúleos ao longo dos galhos e do tronco. O fruto, com muitas sementes, é em forma de cápsula sub lenhosa elipsoidal ou obovoide (SOUSA *et al.*, 2000). Entretanto, por ser muito exigente da luz solar, a regeneração é baixa, mesmo que apresente muitas sementes, logo, a reposição desta espécie é de um nível muito menor quando comparado a outras espécies (SOUSA *et al.*, 2000), o que reforça ainda mais a necessidade de proteção e conservação da Samaúma.



Figura 1 – Árvore localizada na Tv. Dr. Freitas - Belém/PA

Fonte: Acervo dos autores, 2018.

3 | A SAMAUMEIRA EM AMBIENTE URBANO

Em fase de testes iniciais, no centro de atividade urbana da cidade de Belém

do Pará, foram mapeados indivíduos na Praça Batista Campos, Avenida Almirante Barroso, Praça do Centro Arquitetônico de Nazaré (CAN) e no Museu Paraense Emílio Goeldi. Nas áreas onde foram feitos os experimentos de campo, observou-se maior frequência de Samaumeiras no bairro de Nazaré.

Em decorrência de sua importância, este estudo teve como objetivo abordar a caracterização ambiental desta espécie, dentro dos limites da área urbana da cidade de Belém, onde ocorre maior concentração populacional, contando, atualmente, com 15 Samaumeiras com altura acima de 25 metros. Por ser a espécie florestal de maior porte e de fácil identificação visual, dentro da cidade, o método de trabalho utilizado na localização das árvores estudadas, partiu de visita de campo, em que foram registradas com uso de GPS.

Na verificação climática foram usados sensores de Temperatura e Umidade, em sistema de aquisição de dados dessas variáveis ambientais. Os registros dos valores obtidos foram mantidos em banco de dados, para acompanhamento das micro fenofases nas lentes urbanas de focos de calor, ao qual as espécies isoladas ou em fragmento florestal crítico estão situadas. Embora mantidas no mesmo padrão sazonal, as características ambientais de cada uma dessas lentes se mostram bastante diversificadas, principalmente, no período de falta de chuva na região e de maior incidência solar.

Os resultados obtidos apresentaram diferenças de temperatura de 8,5°C, entre os locais em que as medições foram feitas. Para os valores de umidade relativa, registrou-se 62%, em ambiente contendo uma árvore isolada, porém com 74,9% em um fragmento de floresta tombada no centro da cidade (Museu Emílio Goeldi). Esses resultados sugerem a importância de um estudo sobre a qualidade biológica dessa espécie em centros urbanos espalhados pela Amazônia. A Figura 2, mostra uma destas árvores, no interior de uma empresa comercial, na cidade de Belém.



Figura 2 – Árvore localizada na Av. Almirante Barroso - Belém/PA

Fonte: Acervo dos autores, 2018.

4 | ARQUITETURA DO SISTEMA

A metodologia desta abordagem tem como base conhecimentos multidisciplinares e que parte, principalmente, da inter-relação das Ciências Florestais e da Ciência da Computação. Neste sentido, trata-se de um tema vinculado à Natureza, relacionado à sua proteção e conservação. Por isto, entende-se a necessidade destas áreas do conhecimento estarem envolvidas, o que leva este projeto a dimensões transdisciplinares. Portanto, alguns aspectos de funcionamento do aplicativo serão apresentados, a seguir.

Esta aplicação é baseada em REST (*A Representational State Transfer*), conforme o modelo proposto por Fielding (2000) e, desse modo, é um objeto em camadas. Assim, é aplicado a serviços de Internet fornecendo APIs para acesso a um serviço. Da mesma forma, usa integralmente as mensagens HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) para se comunicar por meio de um protocolo específico para sua aplicação.

Os aplicativos que fazem uso deste modelo são chamados de Clientes e utilizam a API para consultar serviços a um repositório de forma assíncrona para as chamadas. A maior parte dos serviços de um aplicativo não retorna os dados diretamente, ou seja, o Cliente primeiro requisita as informações e somente algum tempo depois, o sistema faz busca no repositório e retorna os resultados. Para este procedimento, utiliza a função *callback* na API e, a partir disso, recebe as informações solicitadas (envio ou requisição) ao servidor de banco de dados. A Figura 3, ilustra didaticamente

a comunicação assíncrona entre o aplicativo e o repositório (*Database*).

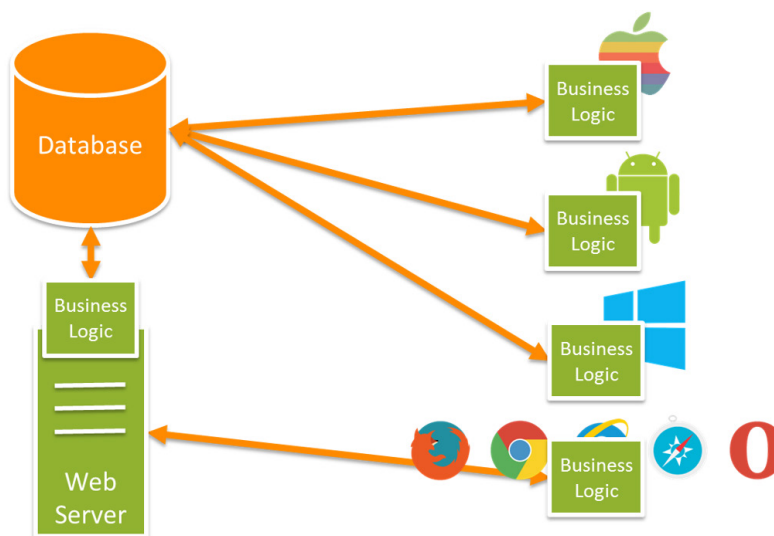


Figura 3 – Ilustração da Arquitetura do Sistema.

Fonte: Autores, 2018.

A plataforma colaborativa do Samauma Application foi pensada como uma aplicação distribuída Cliente-Servidor, no modelo de três camadas. Inicialmente, a camada de apresentação conta com uma interface para dispositivos Android. A lógica de negócio é implementada por meio de uma API RESTful. Esta API é responsável por receber as requisições do usuário e tratá-las de maneira adequada para acessar o repositório. A terceira camada ou repositório é implementada utilizando a plataforma MongoDB – um banco de dados não relacional (noSQL) orientado a documentos e o qual armazena os dados em formato JSON (*JavaScript Object Notation*). Na Figura 4, é mostrado o diagrama de classe do projeto Samauma Application e, na Figura 5, é ilustrado o seu diagrama de caso de uso.

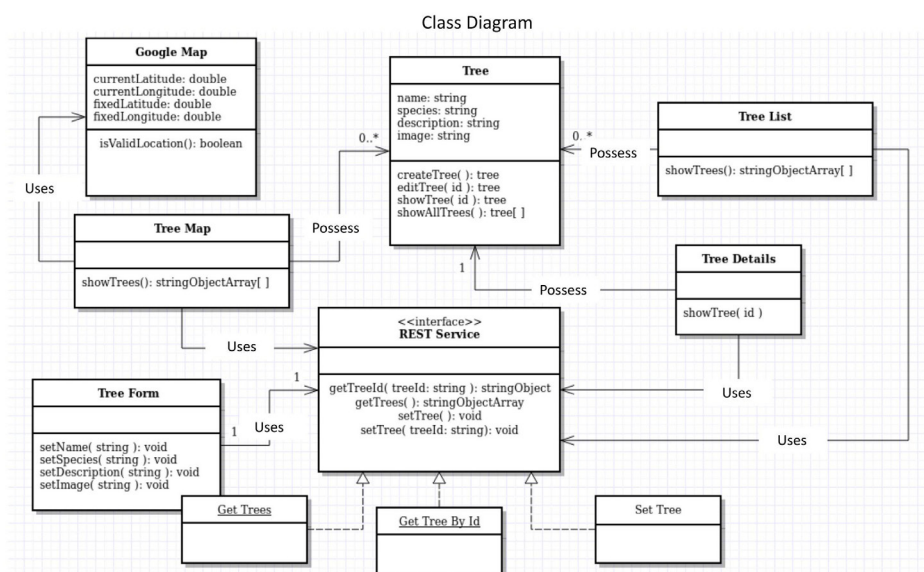


Figura 4 – Diagrama de classe do projeto.

Fonte: Autores, 2018.

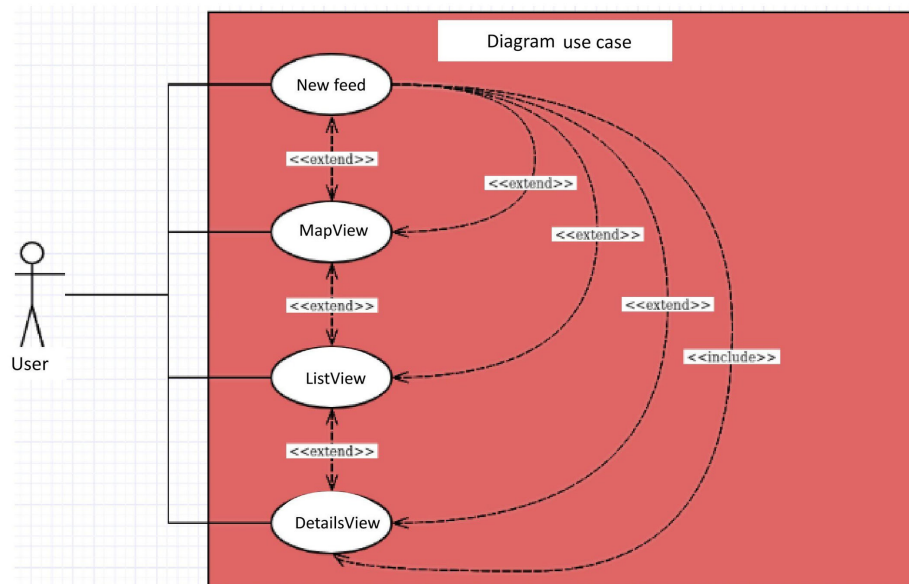


Figura 5 – Diagrama de caso de uso do projeto.

Fonte: Autores, 2018.

5 | VISÃO GERAL

Como o desmatamento de Amazônia está em franco desenvolvimento, este trabalho vai ao encontro à necessidade emergente de ações participativas, estudos e propostas em sua defesa. Pretende-se com isto, disseminar possibilidades de pesquisa na área, tanto a partir do modelo apresentado quanto a partir de outras ideias que possam surgir com isso. Esta proposta, com uso de rede social em aplicativo móvel, tem a finalidade de contribuir para a conscientização sobre a conservação da *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn e a floresta amazônica como um todo. Assim, este desafio se sustenta na importância do uso de tecnologias, como ferramenta de apoio neste esforço.

De uma forma geral, o uso do Samauma Application destina-se ao cumprimento das seguintes linhas de ações:

5.1 Valorização da floresta amazônica independente de crenças e costumes

O principal objetivo dessa linha é socializar informações entre diferentes conjuntos de participantes congregados em rede social, com foco na valorização e conservação da floresta. Inicialmente, considera-se que a tecnologia computacional tende a nivelar a cultura de um grupo em rede social, transportando um conjunto de informação representacional, ou seja, conhecimentos e crenças. Da mesma forma que, transpõe-se a costumes, normas e regras de atuação, saindo do particular para o geral. Igualmente, compartilha a experiência individual em um formato coletivo, independente de preferências e valores. Portanto, quando incentivada a dimensões maiores, a cultura dessa tecnológica permeia crenças, práticas e valores, compartilhada

entre os membros de um grupo, em rede social, de maneira não conflituada.

5.2 Difundir conhecimentos sobre a floresta e criar o sentimento de pertencimento aos registros de árvores mapeadas

Considera-se que o sentimento de pertencimento reforça os relacionamentos saudáveis e os afetos (TUZZO; BRAGA, 2010). Isto se deve, principalmente, à premissa da liberdade de comportamento ser um acordo apoiado na confiança mútua, na honestidade e nas atitudes coesas. Desta forma, cada indivíduo tem legitimidade à sua individualidade. Quando isto é levado às redes sociais, a sensação de estar incluído dentro destes conjuntos, permite que o usuário se sinta acompanhado por pares e ajude a promover a identidade do grupo, uma vez que se reconhece, identifica-se e se apresenta ao resto da sociedade como parte de sua construção.

Relacionado a comunidades rurais ou tradicionais da Amazônia, na atualidade, estas são facilmente percebidas como não estando alheias à velocidade do ritmo tecnológico. As mudanças nas concepções de espaço e tempo, por sua vez, vêm afetando o conceito de rural (CALLOU, 2002). Principalmente entre os jovens, é observada uma reestruturação social baseada na introdução das TICs. Como consequência, acontece um aumento no nível de urbanização frente às condições de vida destas populações rurais. Portanto, nota-se que esta transformação é proporcional à rapidez dos avanços da tecnologia relacionada a microeletrônica e à internet.

Esta linha de ação tem a finalidade de promover o sentimento de pertencimento ao grupo congregado na rede social do Samauma Application. Objetiva estimular a participação dos usuários na leitura e na escrita, a partir de postagens, na divulgação de relatórios com informações sobre notícias vinculadas à integridade da floresta amazônica e seus ecossistemas. Isto é feito em um painel de mensagens enviadas esporadicamente aos usuários. Desta forma, é possível acompanhar o desenvolvimento das ações de órgãos governamentais, organizações da sociedade civil ou mesmo de membros da rede social, atuantes no combate ao desmatamento.

5.3 Alertas sobre desmatamento

Esta linha de ação é um tópico especial entre as funções do aplicativo. Por isso, receberá atenção especial em sua implementação. A metodologia utilizada parte dos registros da derrubada de árvores ou possíveis ameaças, como forma de prevenção a ações criminosas. Isto é feito por um sinal de alerta a todos os participantes da rede social. De maneira pontual, será revelado em tempo real o Estado, a Região e a Localidade onde ocorre ou ocorrerá a derrubada da floresta. Com isto, todos os participantes podem tomar providências prévias, por meio de contatos com os órgãos de fiscalização, além de utilizar outros serviços de internet como meio de divulgação da denúncia. Da mesma forma que acompanhar o desenrolar das soluções adotadas.

Entre os protagonistas do desmatamento estão várias frentes que provocam a destruição da floresta. As principais, além da indústria madeireira ilegal e a exploração

de minérios, estão a expansão do cultivo de culturas agrícolas, como a plantação de soja, seguida pelos cultivos de milho e arroz. Contudo, embora existam controvérsias, quanto ao aumento ou diminuição de áreas desmatada anualmente, entre os dados das agências de controle governamentais e os das organizações civis de combate ao desmatamento, todas concordam que a marcha das pastagens está em uma faixa desde o Acre até o Maranhão, como sendo a mais devastadora.

Neste contexto, vale destacar a participação direta da sociedade na prevenção e controle de áreas vulneráveis ao desmatamento, atualmente, em praticamente toda a floresta. O Samauma Application é uma proposta de estratégia na campanha incansável para este esforço. Com este aplicativo, espera-se que cada um possa fazer sua parte, em defesa da harmonia e da vida da floresta amazônica.

5.4 Canal participativo de Escolas

Com o advento da tecnologia digital, surgiram diversos aplicativos utilizados em dispositivos móveis, com a finalidade de aproximar estudantes e contribuir para a transposição e acesso a novos conhecimentos (MANSUR *et al.*, 2011). A introdução deste conceito nas escolas, com uso de tecnologias livres (NEVES *et al.*, 2014), envolve a apropriação criativa de ferramentas e linguagens para a produção e compartilhamento de conhecimento. Portanto, ao acesso à informação, independentemente de sua localização, costumes e níveis escolares.

De uma forma mais abrangente, esta linha de ação tem a finalidade de incluir escolas do ensino básico, no cenário participativo contra o desmatamento. Pensado dessa maneira, entre as funções do Samauma Application, está o acesso à formação de redes sociais para escolas, especificamente cadastradas no aplicativo. Com isso, um aluno pode criar uma tela digital com o nome de sua escola e enviar convites a outros membros de seu convívio.

5.5 Canal de criação de aplicativo específico para Pesquisa

Esta linha de ação tem a finalidade de oferecer *links* de acesso a pesquisa sobre a Samaúma. Da mesma forma que acompanhar o mapeamento destas espécies, observando sua densidade, seja no meio rural ou urbano. O sistema disponibiliza recursos, a partir de contato com os desenvolvedores, para uma determinada pesquisa e seus pesquisadores. Com isto, oferece um serviço para que determinado grupo de pesquisa, cadastrado no sistema, crie seu próprio aplicativo, com nome e logo, por ele especificado.

A maioria dos serviços de internet, produzidos para aplicativos são programas com poucas funcionalidades, ou seja, redes sociais cuja finalidade se restringe a informações sem conteúdo. Estes aplicativos comerciais possuem direito de licença de proprietários e trazem seu código computacional fechado, sendo disponíveis apenas em repositórios conhecidos como *stores* de empresas como, por exemplo, Facebook,

Google, Apple e Microsoft.

Desta forma, podem ser instalados pelos usuários de forma gratuita, mas não podem ser estudados, compartilhados ou modificados. Da mesma maneira que outros aplicativos só podem ser instalados pelos usuários mediante pagamento e, assim como os aplicativos gratuitos, estes também possuem licença proprietária e código fechado (NEVES *et al.*, 2014). Em direção contrária a esse pensamento, o projeto Samauma Application, disponibiliza seu código computacional, desde que usados para fins de proteção e conservação da floresta amazônica.

5.6 Mapeamento da Samaumeira em centros urbanos

Este estudo apresenta valor de importância relativo ao diagnóstico dessas árvores. De forma bem conhecida, entre os belenenses, por exemplo, a Samaumeira se mostra em muitos locais como uma espécie mantida na silvicultura urbana, porém, muitas vezes em ambientes impróprios à sua condição biológica, o que leva ao surgimento de doenças e possível queda dessas árvores, devido à atividade urbana. Assim, o aplicativo traz uma função para o registro de condições climáticas (Temperatura e Umidade), durante seu mapeamento. Com isto, fica disponível um sinal de alerta vermelho, para árvores que se encontram em locais considerados desertificados.

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tema central deste projeto é a árvore de Samaúma. Para esta proposta, tomou-se como base a inter-relação de duas áreas de conhecimentos, as Ciências Florestais e a Ciência da Computação, o que mostra que é possível estabelecer um foco compartilhado na busca de um objetivo. Como resultado dessa associação de estudos, criou-se o Samauma Application, desenvolvido para congrega rede social colaborativa, cuja função básica é registrar indivíduos desta espécie florestal.

O uso desta API visa, inicialmente, seis linhas de ações. Essas ações têm como meta a conscientização sobre a importância da Samaumeira para a floresta amazônica e, para isto, conta com serviço de denúncias contra o desmatamento ilegal. Isto é feito de forma simultânea entre todos os participantes da rede social, pois o sistema se integra com essa função durante a realização de cadastro de cada um dos usuários. Da mesma forma, entre as linhas de ações do projeto, está o ensino básico, tanto no meio rural quanto urbano.

Embora a onipresença das tecnologias computacionais ditem novos paradigmas educacionais, uma vez que as escolas deixam de ser a principal provedora do conhecimento (MANSUR *et al.*, 2011), este projeto não pretende fazer parte de programas escolares na forma de Educação a Distância (EaD), mas, contribuir como reforço para os desafios das dificuldades educacionais contemporâneas. Parte-se da proposição que produzir sínteses a partir de resultados de pesquisa relacionada à

floresta, em especial a Samaumeira, insere o alunado a um contexto de aprendizagem acessível e de fácil comunicação ao grande público, a partir do ritmo de interação em sua rede social.

De fato, este é um dos grandes desafios do ensino básico, isto é, o papel da escola na formação do cidadão (OLIVEIRA *et al.*, 2013). Em resumo, o papel da escola é formar alunos participativos, críticos, ativos, conscientes e engajados socioambientalmente. Acredita-se que com estas ações, compartilhadas no uso desta tecnologia digital, cada um seja coautor e cocriador da construção desta estratégia, em defesa do maior banco genético do Planeta Terra.

A aplicação foi pensada e implementada, primeiramente, para dispositivos móveis *Android*, mas pode ser facilmente adaptada para qualquer outra tecnologia, pois o seu código computacional independe da aplicação. Por isso, com uso de um dispositivo móvel, em um *smartphone* ou um *tablet*, qualquer pessoa é capaz de registrar com fotografia e inserir o local de uma ou mais árvores dessas espécies.

Esse registro é disponibilizado em banco de dados compartilhado para acesso, por meio da internet, através do Google *maps*. Quando previamente cadastrado na plataforma, um usuário fica habilitado para fazer seus próprios registros e, dessa maneira, pode convidar novos participantes para se integrarem à sua rede social. Por fim, considera-se que o desenvolvimento deste aplicativo é uma pequena parcela de contribuição contra a derrubada ilegal de árvores de Samaúma na Amazônia.

REFERÊNCIAS

ASNER, G. P.; KELLER, M.; LENTINI, M.; MERRY, F.; SOUZA JR. C. **Selective logging and its relation to deforestation**. Washington D.C: American Geophysical Union, p. 25-42, 2009.

BARRETO, P.; PEREIRA, R.; BRANDÃO JUNIOR, A.; BAIMA, S. **Os frigoríficos vão ajudar a zerar o desmatamento da Amazônia?** Belém: Imazon, 2017. 160p.

CALLOU, A. B. F. **Comunicação rural, tecnologia e desenvolvimento local**. São Paulo: Intercom, 2002. 258p.

CARNEIRO FILHO, A.; SOUZA, O. B. **Atlas de pressões e ameaças às terras indígenas na Amazônia brasileira**. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2009.

FIELDING, R. T. **Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures**. Disponível em:

<<https://www.ics.uci.edu/~fielding/pubs/dissertation/top.htm>> Acesso em: 20 Mar. 2018.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2013: the physical science basis**. New York: Cambridge University Press, 2013. 1535p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 368p.

LORENZI, H. **ÁRVORES BRASILEIRAS - MANUAL DE IDENTIFICAÇÃO E CULTIVO DE PLANTAS ARBÓREAS NATIVAS DO BRASIL**. 2. ed. Nova Odessa, SP: Instituto

Plantarum, 2002. v. 2. 384 p.

LOUREIRO, A.A.; SILVA, M.F. & ALENCAR, J.C. **Essências madeireiras da Amazônia**. Manaus: INPA/SUFRAMA, 1979. v.2, 187p.

MANSUR, A. F. U.; GOMES, E. L.; CARVALHO, R. A.; BIAZUS, M. C. V. Cloud Education: Aprendizagem Colaborativa em Nuvem através do Kindle e de Redes Sociais. **Cadernos de Informática**, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p. 79-86, 2011.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA), **Atualização das Listas de Espécies Ameaçadas**. Disponível em:

<<http://www.mma.gov.br/biodiversidade/especies-ameacadas-de-extincao/atualizacao-das-listas-de-especies-ameacadas>> Acesso em: 20 Mar. 2018.

NEVES, B. G. B.; MELO, R. S.; MACHADO, A. F. Universo móvel: Um aplicativo educacional livre para dispositivos móveis. **Texto Livre: Linguagem Tecnologia**, Belo Horizonte, v. 7, n. 1, p. 34-48, 2014.

OLIVEIRA, T.; VIANA, A. P. S.; BOVETO, L.; SARACHE M. V. Escola, conhecimento e formação de pessoas: considerações históricas, **Políticas Educativas**, Porto Alegre, v. 6, n. 2, p. 145-160, 2013.

PINTO, A. A.; TELES, B. R.; ANJOS, N.; COUCEIRO, S. R. M. Predação de sementes de andiroba [*Carapa guianensis* Aubl. e *Carapa procera* DC. (Meliaceae)] por insetos na Amazônia. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 6, p. 1115-1123, 2013.

SAMPAIO, P. T. B.; CLEMENT, C. R. **Biodiversidade Amazônica**: Exemplos e estratégias de utilização. Manaus: SEBRAE, 1999.

SOUSA, M. P.; BRAGA, L. F.; BRAGA, J. F.; SÁ, M. E. de; MORAES, M. L. T. de. Influência da temperatura na germinação de sementes de samaúma (*Ceiba pentandra* (Linn.) Gaertn. - BOMBACACEAE. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 22, nº 1, p.110-119, 2000.

SOUZA, C. R.; LIMA, R. M. B.; AZEVEDO, C. P.; ROSSI, L. M. B. **Sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaerth)**. Manaus: Embrapa, 2005.

TUZZO, S. A.; BRAGA, C. F. Redes Sociais e o sentimento de pertença: O que pensam os estudantes do ensino médio. **Revista Interdisciplinar de Ciências Humanas**, Florianópolis, v. 20, n. 2, p. 207-220, 2010.

UNIÃO INTERNACIONAL PARA A CONSERVAÇÃO DA NATUREZA E DOS RECURSOS NATURAIS (IUCN). **Red List of Threatened Species**. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org/>> Acesso em: 20 Mar. 2018.

VERMELHO, S. C.; VELHO, A. P. M.; BERTONCELLO, V. Sobre o conceito de redes sociais e seus pesquisadores. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 41, n. 4, p. 863-881, 2015.

WORD WILDLIFE FUND FOR NATURE (WWF). **Amazônia viva**. Disponível em: <http://observatorio.wwf.org.br/site_media/upload/gestao/documentos/amazonia_viva_web.pdf> Acesso em: 20 Mar. 2018.

AVALIAÇÃO DA EMISSÃO DE CARGA DE NITRATO EM EFLUENTE PROVENIENTE DE ETE COM FLUXO INTERMITENTE

Luana Cristina Pedreira Lessa

Universidade Federal do Pará, Mestranda no Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil – PPGEC/UFPA.
Belém – Pará

Rosa Maria da Luz Mendes

Universidade Federal do Pará, Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil – PPGEC/UFPA.
Belém – Pará

Izabelle Ferreira de Oliveira

Universidade Federal do Pará, Mestranda no Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil – PPGEC/UFPA.
Belém – Pará

Sirlene Maria Paixão da Silva Fayal

Universidade Federal do Pará, Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental
Belém – Pará

Cleyton Eduardo Costa Ferreira

Universidade Federal do Pará, Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental
Belém – Pará

Arthur Julio Arrais Barros

Universidade Federal do Pará, Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental
Belém – Pará

Paula Danielly Belmont Coelho

Universidade Federal do Pará, Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental
Belém – Pará

Lígini Renata Reis de Almeida

Universidade Federal do Pará, Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental
Belém – Pará

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo avaliar a emissão de carga de nitrato presente em efluente tratado por uma estação de tratamento de esgoto (ETE) cujo fluxograma de tratamento consiste em sistema de lodos ativados de fluxo intermitente de esgoto (ADI-SBR), tendo como legislação pertinente a CONAMA 357/2005, que estabelece limites para concentrações de nitrato a partir enquadramento dos corpos d'água. As etapas experimentais consistiram em: 1) Levantamento de hidrograma de vazão de efluente tratado na ETE; 2) Determinação da concentração de nitrato; 3) Determinação da emissão da carga de nitrato. O tempo médio de descarte de efluente tratado obtido foi de 119 min e a vazão média de descarte foi de $3,845 \pm 0,30$ L/s. As concentrações médias de nitrato no efluente tratado foram de: máxima de $4,6 \text{ mgN-NO}_3^-/\text{L}$; mínima de $1,2 \text{ mgN-NO}_3^-/\text{L}$; média de $3,5 \pm 0,53 \text{ mgN-NO}_3^-/\text{L}$. Os valores médios obtidos neste estudo para a carga de nitrato a ser emitida por descarte foram de: máxima de $0,115 \text{ KgN-NO}_3^-/\text{L}$; mínima de $0,063 \text{ KgN-NO}_3^-/\text{L}$; média de $0,092 \pm 0,01 \text{ KgN-NO}_3^-/\text{L}$. Nenhuma das amostras registrou concentração de nitrato superior ao limite de $10 \text{ mgN-NO}_3^-/\text{L}$ (CONAMA,

2005), estando de acordo com o que é estabelecido para a classificação de corpos d'água segundo padrão de qualidade para águas doce.

PALAVRAS-CHAVE: Nitrato em águas residuárias. Padrão de enquadramento de corpos d'água. Medição de vazão de efluente tratado.

ABSTRACT: The purpose of this study was to evaluate the emission of nitrate charge present in effluent treated by a wastewater treatment plant (ETE) whose treatment flowchart consists of an activated sludge system with intermittent sewage flow (ADI-SBR), using as responsible legislation CONAMA 357/2005, which establishes limits for nitrate concentrations from hydrous bodies. The experimental stages were: 1) Hydrographic survey of effluent flow treated in ETE; 2) Determination of nitrate rate; 3) Determination of the emission of the nitrate charge. The mean treatment time of treated effluent was 119 minutes and the mean discharge flow was 3.845 0.30 L/s. The mean concentrations of nitrate in the treated effluent were: maximum of 4.6 mgN-NO₃-/L; minimum of 1.2 mgN-NO₃ -/L; mean of 3.5 0.53 mgN-NO₃ -/L. The average values obtained in this study for the nitrate charge to be emitted by discharge were: maximum of 0.115 KgN-NO₃-/L; minimum of 0.063 KgN-NO₃- / L; mean of 0.092 0.01 KgN-NO₃ - / L. None of the samples registered a nitrate concentration higher than the limit of 10 mgN-NO₃- / L (CONAMA, 2005), being in agreement with what is established for the classification of bodies of water according to quality standard for freshwater.

KEYWORDS: Nitrate in wastewater. Enclosure of hydrous bodies. Flow measurement of treated wastewater.

1 | INTRODUÇÃO

O nitrogênio é um dos principais nutrientes a ser removido em processos de tratamento de águas residuárias, uma vez que é potencial para desequilíbrio do corpo receptor o qual será lançado (DE ARAÚJO *et al.*, 2010; ZOPPAS *et al.*, 2016). O principal elemento nitrogenado associado à contaminação da água é o nitrato, indicando poluição contínua ou antiga, podendo ocasionar implicação a saúde pública e biota local (COSTA *et al.*, 2017; HOU *et al.*, 2015).

A legislação que estabelece limites para concentrações de nitrato é a que dispõe do enquadramento dos corpos d'água (CONAMA, 2005), cujo as concentrações variam para cada classe em enquadramento. Logo, ainda que não hajam limites de concentração para nitrato sobre condições e padrões de lançamento de efluente em corpos d'água (CONAMA, 2011), essa regulação é feita através do enquadramento em classe do corpo receptor.

Diversos estudos visam desenvolver tecnologias para a remoção destes elementos, otimizando o processo em estações de tratamento de esgoto (FLECK *et al.*, 2017; RAMOS *et al.*, 2017; SOUZA *et al.*, 2017) e aperfeiçoando unidades de tratamento de água para sua remoção (CAPODAGLIO *et al.*, 2015; TUGAOEN *et al.*, 2017). Logo, a presença deste elemento pode ocasionar implicações a qualidade da

água de mananciais, aumentando os custos na tratabilidade afim de torná-la potável (BRASIL, 2011; WHO, 2003).

Por esse motivo, o objetivo deste trabalho foi avaliar a emissão da carga de nitrato por uma ETE com sistema de lodos ativados de fluxo intermitente de esgoto a cada descarte acionado, a fim de avaliar a regulamentação do lançamento ao enquadramento da classe d'água do corpo receptor, o qual é despejado o efluente tratado.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Localização da ETE

O presente trabalho foi desenvolvido nas instalações da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) do Instituto Evandro Chagas (IEC), cujo fluxograma de tratamento consiste em sistema de lodos ativados de fluxo intermitente de esgoto. Esta ETE encontra-se localizada na BR 316 km 7, no município de Ananindeua-PA, pode-se observar na Figura 1. As águas residuárias geradas no IEC são provenientes das atividades laboratoriais e administrativas oriundas de pesquisas biomédicas e da prestação de serviços em saúde pública relacionadas às áreas de ciências biológicas, meio ambiente e medicina tropical.



Figura 1 - Mapa de localização da ETE IEC – Ananindeua (PA).

Fonte: Autores (2017).

2.2. Etapas e Procedimentos Experimentais

A investigação experimental deste estudo foi dividida em: 1) Levantamento de hidrograma de vazão de efluente tratado na ETE; 2) Determinação das concentrações de nitrato; 3) Determinação da emissão de carga de nitrato.

2.2.1. Levantamento de hidrograma de vazão

O levantamento de hidrograma de vazão para a ETE IEC foi realizado na saída desta unidade de tratamento, por meio de vertedor triangular (ABNT,1995) mediante verificação da lâmina da água. As determinações de vazão na saída da ETE ocorreram ao longo de três dias (09/05/2017, 18/05/2017 e 19/05/2017) no intervalo de 2 min no período médio de 2 h para o descarte do efluente tratado. A partir dos resultados, elaborou-se tabela com estatística descritiva e hidrograma de vazão mediante aplicação dos dados obtidos ao Excel 2011.

2.2.2. Determinação da concentração de nitrato

O acondicionamento das amostras do efluente decantado foi realizado em recipientes PP de 50 mL cada. As análises laboratoriais das concentrações de nitrato realizadas seguiram o procedimento estabelecido pelo *Standard Methods for the examination of water and wastewater* (APHA/AWWA/WEF, 2000 - HACH 8039). As análises foram realizadas na seção de meio ambiente no laboratório de toxicologia do Instituto Evandro Chagas (IEC).

A determinação da concentração de nitrato em efluente tratado na ETE IEC consistiu na coleta mediante três campanhas (02/08/2017, 03/08/2017 e 04/08/2017) de efluente decantado obtido durante perfil de amostragem temporal de aproximadamente 2 h. Na realização do perfil temporal tiveram-se coletas de amostras simples obtidas no intervalo de 4 minutos totalizando cerca de 30 amostras diárias por perfil. O ponto de coleta fica localizado na saída do tubo de recalque do sobrenadante para o tanque de desinfecção. Obtidas as concentrações de nitrato, elaborou-se tabela com estatística descritiva mediante aplicação dos dados ao Excel 2011.

2.2.3. Avaliação da emissão da carga de nitrato

A determinação da emissão da carga de nitrato pela ETE IEC consistiu no cálculo entre a vazão média obtida no descarte do efluente e as concentrações de nitrato mediante a realização das três campanhas, conforme a Equação 01.

$$\text{Carga de nitrato} = Q \times \text{Conc. Nitrato} \quad (\text{Equação 01})$$

Onde:

Carga de nitrato expressa em $\text{mgN-NO}_3^-/\text{s}$ ou $\text{mgN-NO}_3^-/\text{descarte}$;

Q representa a vazão média descarte oriunda das campanhas de medição de vazão do efluente na saída da ETE;

Conc. Nitrato é a concentração de nitrato no efluente nas amostragens em $\text{mgN-NO}_3^-/\text{L}$.

Com os resultados obtidos pelo cálculo da carga de nitrato para as três campanhas, elaborou-se tabela com estatística descritiva e gerou-se gráfico Box Spot a partir de aplicação dos dados ao software Statdisk 13.0.1.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Levantamento de Hidrograma De Vazão

Registrou-se tempos distintos para o lançamento do efluente tratado na ETE em corpo receptor. O tempo de descarte para o primeiro, segundo e terceiro dia de medição de vazão foram de, respectivamente, 132 min, 114 min e 112 min. Calculou-se que o tempo médio de descarte de efluente na ETE é de 119 min, aproximadamente 2 h. Na Tabela 1 tem-se a estatística descritiva referente a compatibilização do tempo de lançamento do efluente tratado para as campanhas de medição de vazão.

Variável	Q _{SAÍ-01}	Q _{SAÍ-02}	Q _{SAÍ-03}	Q _{MÉD-ENT}	Unidade
Nº	56	56	56	168	-
Média ± DP	3,765 ± 0,24	3,929 ± 0,38	3,842 ± 0,67	3,845 ± 0,30	L/s
Mediana	3,793	3,894	4,050	3,897	L/s
Mínimo	2,949	2,085	0,993	2,661	L/s
Máximo	4,539	4,317	4,317	4,176	L/s
CV	0,06	0,10	0,17	0,08	-

Tabela 1 – Estatística descritiva dos dois dias de medição de vazão no lançamento de efluente tratado da ETE do IEC.

A vazão média obtida para o descarte do efluente pela ETE IEC foi de 3,845 ± 0,30 L/s, com CV referente aos valores médios das três campanhas de 0,08. A mediana foi de 3,897 L/s, apresentando dispersão de aproximadamente 1% da média. O comportamento da vazão do efluente está ilustrado pela Figura 2.

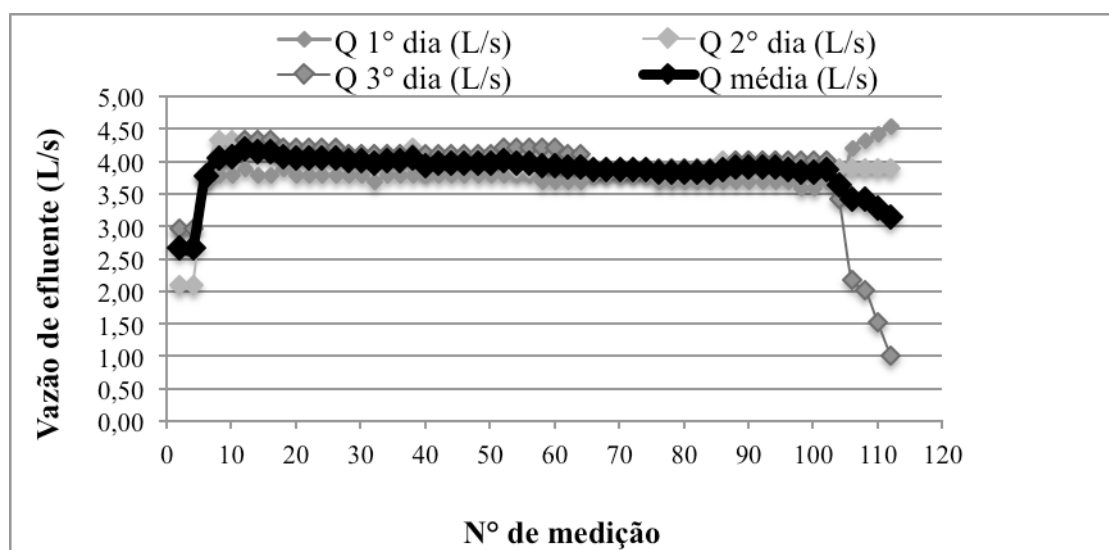


Figura 2 – Hidrograma de vazão na saída do efluente tratado na ETE IEC.

3.2. Determinação da Concentração de Nitrato

Na Tabela 2 tem-se a estatística descritiva referente as determinações da concentração de nitrato no efluente tratado referente as três campanhas de amostragem

realizadas.

Variável	1ªcampanha	2ªcampanha	3ªcampanha	C Média	Unidade
Nº	30	30	30	90	-
Média±DP	3,8±0,4	3,4±0,64	3,8±0,37	3,5±0,53	mgN-NO ₃ -/L
Mediana	3,9	3,5	3,9	3,5	mgN-NO ₃ -/L
Mínimo	3,2	1,2	3,2	1,2	mgN-NO ₃ -/L
Máximo	4,6	4,2	4,6	4,6	mgN-NO ₃ -/L
CV	0,11	0,19	0,10	0,15	-

Tabela 2 – Estatística descritiva da concentração de nitrato nas três campanhas de amostragem no efluente tratado na ETE do IEC.

A concentração média de nitrato no efluente tratado foi de 3,5±0,53 mgN-NO₃:/L. O CV referente às concentrações médias de nitrato emitidas no efluente tratado na ETE IEC foi de 0,15.

3.3. Avaliação da Emissão da Carga de Nitrato

Na Tabela 3 tem-se a estatística descritiva referente o cálculo das cargas de nitrato emitidas no efluente tratado para as três campanhas de amostragem.

Variável	1ªcampanha	2ªcampanha	3ªcampanha	C Média	Unidade
Nº	30	30	30	90	-
Média±DP	0,104±0,01	0,092±0,02	0,092±0,01	0,096±0,01	KgN-NO ₃ -/descarte
Mediana	0,107	0,096	0,089	0,097	KgN-NO ₃ -/descarte
Mínimo	0,088	0,033	0,063	0,069	KgN-NO ₃ -/descarte
Máximo	0,126	0,115	0,115	0,109	KgN-NO ₃ -/descarte
CV	0,10	0,19	0,11	0,09	-

Tabela 3 – Estatística descritiva quanto a carga de nitrato a ser lançada pela ETE IEC por descarte.

A carga média de nitrato no efluente tratado foi de 0,096±0,01 mgN-NO₃:/L. O CV referente às concentrações médias de nitrato emitidas no efluente tratado na ETE IEC foi de 0,09. A Figura 3 ilustra a simetria da variabilidade das cargas de nitrato emitidas pela ETE a cada descarte de efluente tratado frente ao regime atual de operação.

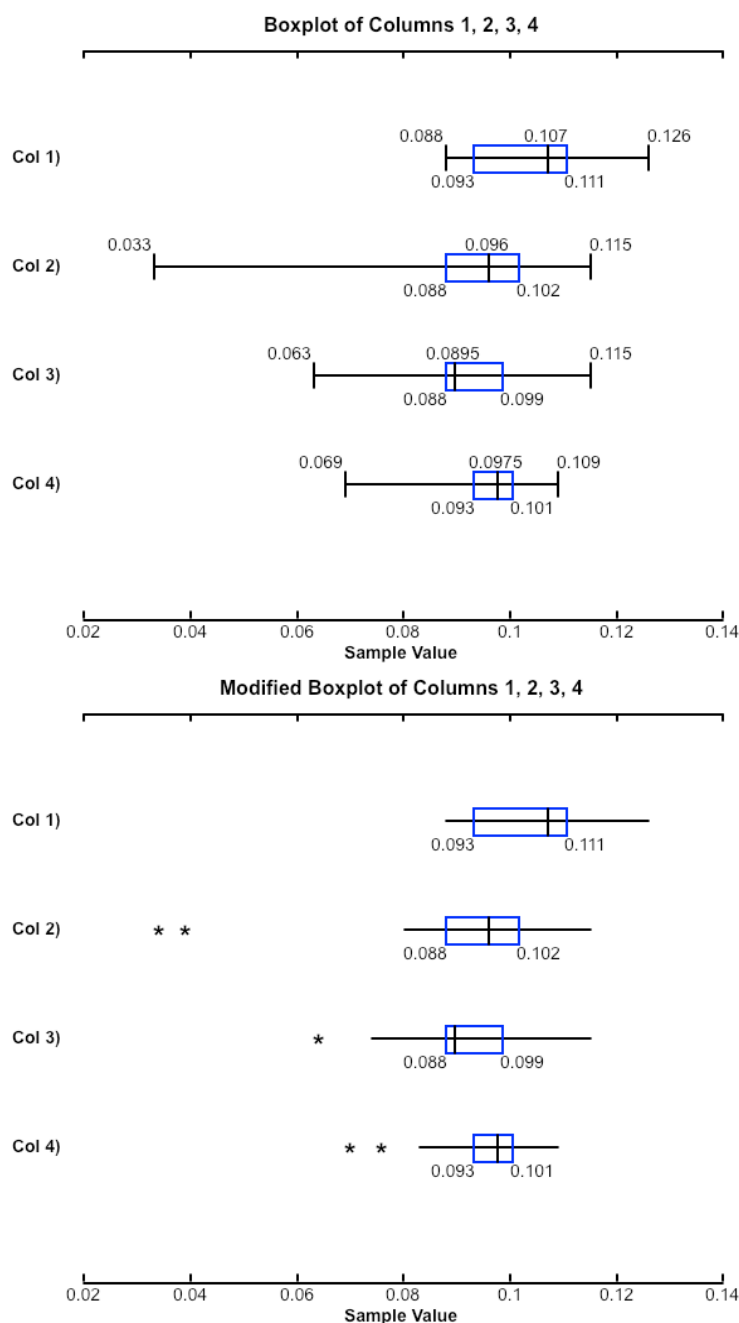


Figura 3 – Gráficos de Box Spot (Statdisk 13.0.1) para comparação da carga de nitrato a ser lançada pela ETE IEC por descarte.

Col 1) Referente aos dados obtidos na 1ª campanha; Col 2) Referente aos dados obtidos na 2ª campanha; Col 3) Referente aos dados obtidos na 3ª campanha; Col 4) Resultado referente aos valores médios obtidos entre a primeira, segunda e terceira campanha.

Fonte: Autores (2017).

Avaliando-se o gráfico Box Spot, é possível observar que não houve detecção de *Outliers* apenas nos dados de carga de nitrato da primeira campanha. Nas demais campanhas e carga média, todos dados de *Outliers* foram inferiores apenas ao primeiro quartil (Q_1).

4 | CONCLUSÕES

Com base nos resultados deste presente trabalho foram obtidas as seguintes conclusões principais:

- A ETE opera atualmente com vazão média de saída do efluente tratado de 3,845 \pm 0,30 L/s. O CV referente aos dados médios de vazão na entrada da ETE foi de 0,08. Logo, tem-se na saída da ETE baixa dispersão dos dados de vazão em torno da vazão média obtida para as campanhas de medição de vazão deste estudo;
- As concentrações médias de nitrato no efluente tratado obtidas neste estudo foram: máxima de 4,6 mgN-NO₃⁻/L; mínima de 1,2 mgN-NO₃⁻/L; média de 3,5 \pm 0,53 mgN-NO₃⁻/L. O CV referente às concentrações médias de nitrato emitidas no efluente tratado na ETE IEC foi de 0,15. Logo, pode-se considerar que foi baixa a dispersão das concentrações médias de nitrato obtidas para as campanhas de amostragem deste estudo;
- Os valores médios obtidos neste estudo para a carga de nitrato a ser emitida por descarte foram de: máxima de 0,109 KgN-NO₃⁻/L; mínima de 0,069 KgN-NO₃⁻/L; média de 0,096 \pm 0,01 KgN-NO₃⁻/L. O CV referente às concentrações médias de nitrato emitidas no efluente tratado na ETE IEC foi de 0,09. Logo, pode-se considerar que foi baixa a dispersão dos valores médios de carga de nitrato para as campanhas de amostragem deste estudo;
- Considerou-se o limite para enquadramento para corpo d'água do tipo água doce, pois é como presume-se o enquadramento para os rios da região Amazônica. Em nenhuma das amostras registrou-se concentração de nitrato superior ao limite de 10 mgN-NO₃⁻/L estabelecido pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA, 2005) para a classificação de corpos d'água segundo padrão de qualidade para águas doce.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria MS no 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da União**, 2011.

CAPODAGLIO, Andrea G.; HLAVÍNEK, Petr; RABONI, Massimo. Physico-chemical technologies for nitrogen removal from wastewaters: a review. **Revista Ambiente & Agua**, v. 10, n. 3, p. 481-498, 2015.

CONAMA, Resolução. 357, de 17 de Março de 2005. **Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA**. Brasil, 2005.

CONAMA, Resolução. 430, de 13 de maio de 2011. **Conselho Nacional do Meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente**. Brasil, 2011.

COSTA, Darleila Damasceno; KEMPKA, Anielia Pinto; SKORONSKI, Everton. A CONTAMINAÇÃO DE MANANCIAIS DE ABASTECIMENTO PELO NITRATO: O PANORAMA DO PROBLEMA NO BRASIL, SUAS CONSEQUÊNCIAS E AS SOLUÇÕES POTENCIAIS. **REDE-Revista Eletrônica do PRODEMA**, v. 10, n. 2, 2017.

DE ARAÚJO, J. C.; CAMPOS, A.P; CORREA, M.M.S; SILVA, E.C; VON SPERLING, M;

CHERNICHARO, C.A.L. Enriquecimento de bactérias anaeróbias oxidadoras de amônia–Anammox. **Eng Sanit Ambient**, v. 15, n. 2, p. 205-212, 2010.

FLECK, Leandro; TAVARES, Maria Hermínia Ferreira; EYNG, Eduardo. Remoção biológica de nitrogênio em efluentes líquidos: uma revisão. **REVISTA EIXO**, v. 4, n. 2, 2017.

HOU, Mingtao; TANG, Yang; XU, Jie; PU, Yuan; LIN, Aijun; Zhang, Lili; XIONG, Jinping; YANG, Xiao Jin; WAN, Pingyu. Nitrate reduction in water by aluminum–iron alloy particles catalyzed by copper. **Journal of Environmental Chemical Engineering**. v.3, p. 2401-2407, 2015.

NBR, ABNT. 13403: Medição de vazão em efluentes líquidos e corpos receptores – escoamento livre. **Rio de Janeiro: ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas**, 1995.

RAMOS, N.F.S; BORGES, A. C; GONÇALVES, G.C; MATOS, A.T. Tratamento de águas residuárias de suinocultura em sistemas alagados construídos, com *Chrysopogon zizanioides* e *Polygonum punctatum* cultivadas em leito de argila expandida. 2017.

SOUZA, Thuanye Peixoto Silva. Avaliação da perspectiva do uso de efluentes sanitários para fins de abastecimento. **Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 9, n. 5, 2017.

TUGAOEN, H. O. Neal; SEGURA, S.G; HRISTOVSKI, K. WESTERHOFF; P.. Challenges in photocatalytic reduction of nitrate as a water treatment technology. **Science of The Total Environment**, v. 599, p. 1524-1551, 2017.

TRIOLA, Mário F. **Introdução à Estatística**. 10a. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

ZOPPAS, Fernanda Miranda; BERNARDES, Andrea Moura; MENEGUZZI, Álvaro. Parâmetros operacionais na remoção biológica de nitrogênio de águas por nitrificação e desnitrificação simultânea. **Bio: revista de engenharia sanitária. Rio de Janeiro**. Vol. 21, n. 1 (jan./mar. 2016), p. 29-42, 2016.

WHO. World Health Organization. **Nitrate and nitrite in drinking-water**. Geneva. 2003.

AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO DO ORDENAMENTO DO ESPAÇO NO TRECHO DE UMA AVENIDA DO CENTRO URBANO DO MUNICÍPIO DE BELÉM, ESTADO DO PARÁ

Arthur Julio Arrais Barros

Universidade Federal do Pará
Belém – Pará

Paula Danielly Belmont Coelho

Universidade Federal do Pará
Belém – Pará

Geovane da Silva Teixeira

Universidade Federal do Pará
Belém – Pará

Izabelle Ferreira de Oliveira

Universidade Federal do Pará
Belém – Pará

Mônica Silva de Sousa

Universidade Federal do Pará
Belém – Pará

Rosa Maria da Luz Mendes

Universidade Federal do Pará
Belém – Pará

Lucy Anne Cardoso Lobão Gutierrez

Universidade do Estado do Pará
Belém – Pará

Eliane de Castro Coutinho

Universidade do Estado do Pará
Belém – Pará

existentes sobre o ordenamento urbano, tendo em vista a necessidade de ordenamento do espaço a fim de minimizar os problemas urbanos e propiciar a qualidade de vida da população. Para realização da pesquisa, utilizou-se de imagem de satélites, além de visitação e reconhecimento da área a ser analisada identificando os principais problemas como uso indevido das calçadas, calçamentos irregulares e insegurança pública. Além disso, a mobilidade urbana do trecho estudado também foi verificada, tendo em vista que a mesma é de fundamental importância para que haja um fluxo de pessoas e veículos dentro de seus devidos espaços sem qualquer obstáculo que impeça essa circulação. Por fim, foram propostas alternativas técnicas viáveis para solução dos problemas encontrados.

PALAVRAS-CHAVE: Uso e ocupação do solo. Problemas urbanos. Soluções técnicas viáveis.

ABSTRACT: The present study aimed to evaluate the situation of a stretch of an avenue in the urban center of the city of Belém, according to the recommendations of the existing legislation on urban planning, in view of the necessity for spatial planning in order to minimize urban problems and promote the quality of life of the population. To carry out the research, it was used satellite images, visitation and recognition of the area to be analyzed, identifying the main

RESUMO: O presente estudo se propôs a avaliar a situação de um trecho de uma avenida do centro urbano do município de Belém, de acordo com as recomendações das legislações

problems, such as improper use of sidewalks, irregular footwear and public insecurity. Besides that, the urban mobility of the section studied was also verified, considering that it is of fundamental importance that there is a flow of people and vehicles within their proper spaces without any obstacle that prevents this movement. Finally, viable technical alternatives were proposed to solve the problems found.

KEYWORDS: Land use and occupation. Urban problems. Technical solutions viable.

1 | INTRODUÇÃO

A legislação de uso e ocupação do solo é fundamental para o planejamento urbano. É a partir dessa legislação que se torna possível normatizar as construções e definir o que pode ser feito em cada terreno, particular ou público, interferindo na estrutura da cidade e também em sua economia (UGEDA JUNIOR & AMORIM, 2009). Entretanto, esse conjunto de dispositivos de difícil entendimento e aplicação não é muito acessível aos cidadãos devido ao excesso de detalhes e termos técnicos, dificultando ainda a fiscalização, deixando a maioria das cidades em situação irregular. Além disso, raramente fica explicitado seu impacto econômico na distribuição de oportunidades imobiliárias.

Na definição dos usos do solo, deve ser considerada a infraestrutura existente ou projetada para as diversas áreas da cidade, afim de que os locais desprovidos de sistemas urbanos tenham uma nova reordenação de suas atividades sem comprometer o meio ambiente, a população e a economia local (ROSA & RAICHELIS, 1982).

De acordo com Camargo (2010), existem muitos conflitos em relação à legislação ambiental urbanística brasileira no que diz respeito à regularização de áreas de interesse ambiental, uma vez que determinados lugares sem parcelas ambientais foram acometidos pelo crescimento populacional urbano e com o surgimento de aglomerados, principalmente na fase pós-Revolução Industrial, o que influenciou para o controle espacial das cidades a fim de tornar importante o planejamento urbano e o controle populacional.

As transformações espaciais e as mudanças quanto ao uso e ocupação do solo podem ser consideradas a partir da relação entre níveis sistemáticos diferenciados, a exemplo, decisões individuais, subsistemas e macrossistemas urbanos, que diz respeito da interdependência socioeconômica e da interação entre subsistemas, assim gerando processo de mudança contínuo (PALMA, 2011).

Segundo Philippi (2004), o propósito do planejamento urbano, como processo sistemático, é articular e equipar o espaço, de maneira racional, direcionando a malha urbana, assim como suas áreas e zonas, a determinados usos e funções. Porém, para que o planejamento ocorra de forma eficaz, todas as fases técnicas precisam estar relacionadas.

Diante do exposto, o referido trabalho se propôs a avaliar a situação de um

trecho de uma avenida do centro urbano do município de Belém de acordo com as recomendações das legislações existentes sobre o ordenamento urbano, sugerindo alternativas viáveis para solucionar os problemas encontrados.

2 | METODOLOGIA

Nesse estudo foram utilizadas uma série de imagens tiradas in loco, assim como imagem TM LANDSAT referentes ao perímetro, bem como o software ArcGIS 9.2.

O presente estudo foi desenvolvido no período de Julho a Agosto de 2017 ao longo do trecho da Travessa Francisco Caldeira Castelo Branco entre a Rua dos Mundurucus e a Avenida Conselheiro Furtado, localizado no bairro de São Brás, município de Belém/PA. A pesquisa foi dividida em três metas:

- Definição do local da pesquisa;
- Diagnóstico dos problemas urbanos;
- Proposição de medidas corretivas.

Meta 1 – Definição do local da pesquisa

Para a seleção dos locais de desenvolvimento da pesquisa, foram realizadas visitas na área com a finalidade de verificar os seguintes aspectos: facilidade de coleta de informações e possibilidade de realização de entrevistas informais com os proprietários de alguns pontos de venda na área.

Meta 2 – Diagnóstico dos problemas urbanos

Nessa etapa, foram levantados os principais problemas encontrados ao longo do perímetro escolhido, como fatores que prejudicam a mobilidade dos pedestres, uso impróprio das calçadas, poluição sonora e disposição inadequada de resíduos sólidos.

Meta 3 – Proposição de medidas corretivas

A partir da identificação de cada problema, serão propostas soluções na busca de melhorias para a localidade. Desta forma, será possível estabelecer quais alternativas são as mais indicadas para o melhoramento da via pública Travessa Francisco Caldeira Castelo Branco.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área de estudo está localizada à Travessa Francisco Caldeira Castelo Branco, perímetro compreendido entre a Avenida Conselheiro Furtado e a Rua dos Mundurucus, centro urbano do município de Belém, estado do Pará, conforme observado na Figura 1.



Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo.

Fonte: Autores (2017).

Esse trecho da Travessa foi escolhido justamente por apresentar alguns problemas de estrutura urbanística e pelo grande fluxo de pedestres e veículos que se dá na proximidade da área, principalmente nos horários comumente chamados de horário de pico (07h, 12h e às 18h).

Os problemas urbanísticos identificados na Travessa Francisco Caldeira Castelo Branco estão listados a seguir: uso indevido das calçadas com mesas e cadeiras de bares ocupando o passeio dos pedestres; estacionamento de veículos nas calçadas, dificultando o fluxo de pedestres; resíduos sólidos dispostos de forma irregular; calçadas irregulares, que impedem a circulação de cadeirantes e também dificultam a mobilidade de idosos e crianças.

A Poluição Sonora devido ao grande fluxo de veículos pequenos, ônibus e até mesmo caminhões na proximidade torna possível um prejuízo à saúde dos moradores. Além disso, foram detectadas dificuldades na Mobilidade Urbana em função da presença das Escolas de Ensino Fundamental e Médio “Universo” e “Teorema” que ocasiona, no horário de 07h, 12h e às 18h, uma grande dificuldade de fluxo no trânsito, devido à formação de mão dupla. E, por fim, foram identificados problemas de segurança pública em função da falta de policiamento na proximidade da área de estudo.



Figura 2 – Mesas e cadeiras de bares.



Figura 3 – Veículos na calçada.

Fonte: Autores (2017).

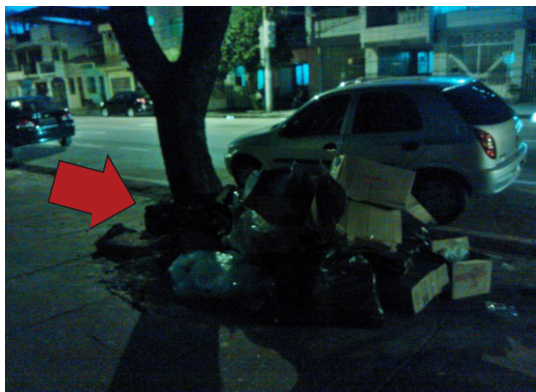


Figura 4 – Resíduos sólidos. .



Figura 5 – Calçadas irregulares.

Fonte: Autores (2017).



Figura 6 – Ocupação irregular das calçadas.



Figura 7 – Pontos irregulares de venda.

Fonte: Google Earth (2017).



Figura 8 – Disposição inadequada de resíduos da construção civil.

Fonte: Google Earth (2017).

Após o levantamento inicial dos problemas identificados na Travessa Francisco Caldeira Castelo Branco, as soluções apontadas para todas as problemáticas estão listadas a seguir.

Quanto ao uso indevido das calçadas, devem-se criar alternativas para a disposição de mesas e cadeiras de bares, deixando áreas livre de, no mínimo, 1,5 metro e pedir autorização da Prefeitura para tal utilização.

Para a correta destinação final de resíduos sólidos urbanos, devem ser criadas cestas de lixo ao longo das casas e estabelecimentos; enquanto que nos locais que produzirem mais de 50 quilos ou 100 litros por dia de resíduos, é necessário que se tenha um preparo para dar melhor destinação aos resíduos. Quanto às calçadas irregulares, deve ser cobrada da prefeitura uma maior fiscalização e aplicação das notificações, cumprindo o prazo de 30 dias para reparo ou de 60 dias para a construção da passagem.

Quanto à poluição Sonora, devem ser utilizadas as Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) como fonte para determinação dos procedimentos cabíveis.

Por fim, mediante as dificuldades de Mobilidade Urbana, devem ser previstos estacionamentos para os pais de alunos ou deve ser realizada uma parceria com algum estacionamento privado, bem como incentivar a prática da carona solidária, aumento dos corredores de ônibus e delimitação das paradas. A solução para insegurança seria o aumento de policiamento e maior número de viaturas de patrulha nas ruas.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, pode-se concluir que o presente trabalho é de grande importância no que tange a análise das problemáticas urbanas existentes na Travessa Francisco Caldeira Castelo Branco, no perímetro entre a Avenida Conselheiro Furtado e a Rua dos Mundurucus.

A mobilidade urbana é de fundamental importância para que haja um fluxo de pessoas e veículos dentro de seus devidos espaços sem que haja qualquer obstáculo que impeça essa circulação, fato este que, de acordo com a análise realizada, não vem sendo respeitada no município de Belém. Entretanto, espera-se que com o presente trabalho, as problemáticas identificadas sejam minimizadas e, caso possível, definitivamente sanadas.

REFERÊNCIAS

CAMARGO, G. H. A **Produção Arquitetônica e sua Relação com o Poder**. Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, v.17, n.21, 2º sem, 2010

COUTINHO, E.C. **Planejamento Urbano e Territorial**. Belém, 2013.

PARÁ. Código de Posturas. **Lei n.º 7.055 de 30 de dezembro de 1977**. Disponível em:< http://www.belem.pa.gov.br/semaj/codigo_de_postura.htm>. Acesso em: 13 abr. 2016

PHILIPPI, A. Jr.; ROMÉRO, M. A. & BRUNA, G. C. (2004). **Uma Introdução à Questão Ambiental**. In: A. Philippi Jr., M. A. Roméro & G. C. Bruna (Orgs.). Curso de Gestão Ambiental (p. 3-16). Barueri: Manole.

PALMA, N. C. **Dinâmica Espacial Urbana e Potencial de Atratividade**. Porto Alegre, 2011.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELÉM. **Lei n.º 8.655 de 30 de julho de 2008**. Disponível em: <http://www.belem.pa.gov.br/planodiretor/Plano_diretor_atual/Lei_N8655-08_plano_diretor.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2016.

ROSA, C.; RAICHELIS, M. 1982. **Considerações a Respeito da Prática do Serviço Social em Movimentos Sociais** – Fragmentos de uma experiência. Revista Serviço Social e Sociedade. São Paulo, n. 8, Ano III, Março.

UGEDA JUNIOR, J. C.; AMORIM, M. C. C. T. **Indicadores Ambientais e Planejamento Urbano**. Caderno Prudentino de Geografia, n. 31, v. 2, p. 5-35, jul/dez, 2009.

AVALIAÇÃO DE CARACTERES MORFOAGRONÔMICOS DE PLÂNTULAS DE *SCHIZOLOBIUM PARAHYBA* VAR. *AMAZONICUM* (HUBER X DUCKE) BARNEBY SUBMETIDAS A DIFERENTES PROPORÇÕES DE SUBSTRATO DE CASTANHA-DO-PARÁ

Washington Olegário Vieira

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Faculdade de Engenharia Florestal.

Belém – PA

Ana Catarina Siqueira Furtado

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Faculdade de Engenharia Florestal.

Belém – PA

Monica Trindade Abreu de Gusmão

Universidade Federal Rural da Amazônia, Instituto
de Ciências Agrárias.

Belém – PA

Vitor Mateus de Carvalho Morais

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Faculdade de Engenharia Florestal.

Belém – PA

Renata de Almeida Palheta

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Faculdade de Engenharia Florestal.

Belém – PA

RESUMO: Devido a importância de substratos de qualidade na produção de mudas de espécies florestais, bem como o cenário atual de crescimento das políticas de reflorestamento, o presente trabalho objetivou avaliar os caracteres morfoagronômicos de plântulas de paricá produzidas a partir de substratos com incremento de diferentes dosagens de resíduos de castanha-do-pará. O experimento

durou 45 dias em casa de vegetação localizada na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Belém – PA. Os parâmetros analisados foram: altura das mudas, número de folhas, diâmetro do coleto, comprimento das raízes, massa seca da raiz (R), massa seca da parte aérea (PA) e posteriormente, relação PA/R. Foi realizada uma análise exploratória dos dados a partir dos dois primeiros componentes principais pela técnica da ACP. O melhor substrato foi avaliado a partir do teste de Tukey a 5% de probabilidade por meio da equação gerada pela função canônica. Foi observado a partir dos escores de fatores que as variáveis que possuem maior peso na formação do primeiro componente principal foram altura e número de folhas, seguidos por diâmetro do coleto e raiz, restando a relação PA/R a menor contribuição. A partir da análise, foi constatado que o melhor tratamento foi o T1, que é constituído apenas com a terra preta, com uma média de 8,733, enquanto que os demais tratamentos não tiveram diferenças significativas a 5% de probabilidade, sendo agrupados separadamente.

PALAVRAS-CHAVE: Paricá. Resíduos de castanha. Análise Multivariada

ABSTRACT: Because of the importance of quality substratum on production of tree seedlings, so the current scenario of growth of reforestation policies, the present study aimed

to evaluate the morpho-agronomics characters in parica seedlings produced from incremental substratum of different dosages of Brazil nuts. The experiment lasted 45 days in a greenhouse localized at Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Belém – PA. The parameters analyzed were: plant height, leaf number, plant diameter, roots, root dry mass (R), aerial dry mass (PA) and later, PA/R relationship. It was done an exploratory analysis of the data from the two first major components using the ACP. The best substratum was evaluated from the Tukey test at 5% probability using the means of the equation generated by canonical function. It was observed from the scores of factors that the variables that have greater weight in the formation of the first main component were plant height and number of leaves, followed by plant diameter and root, leaving the PA/R ratio with the smaller contribution. From the analysis, it was found that the best treatment was the T1, which only comprises soil, with an average of 8.733, while other treatments had no significant differences to 5% probability, being grouped separately

KEYWORDS: Parica. Brazil nuts residue. Multivariate analysis.

1. INTRODUÇÃO

O processo histórico de abertura de grandes áreas para o aumento e fortificação da fronteira agrícola na Amazônia, associado às práticas predatórias e ilegais de desmatamento, exhibe um cenário atual dependente do reflorestamento. Além disso, com o Novo Código Florestal, a reposição ou manutenção da Reserva Legal, que na Amazônia representa até 80% do tamanho total das propriedades, se faz majoritariamente a partir de espécies nativas, de tal forma que é necessário produzir mudas para atender a demanda atual.

Da mesma maneira, os plantios comerciais na Amazônia ganharam força. No ano de 2015, segundo dados do IBGE, a área ocupada por florestas plantadas na região somou 618.885 ha, um acréscimo de 171.246 ha em relação ao ano anterior. A principal espécie utilizada ainda é o eucalipto, no entanto, espécies nativas encontram o seu espaço nesse nicho.

Como destaque entre as espécie endêmicas da região amazônica, o paricá, *Schizolobium parahyba var. amazonicum* (Huber ex. Ducke) Barneby, pertencente à família Leguminosae, subfamília Caesalpinioideae. Trata-se de uma árvore de grande porte e rápido crescimento (DUCKE, 1949), sendo comumente encontrada na mata primária de terra firme, várzea alta e também em florestas secundárias (SOUZA *et al.*, 2003).

Possui tronco alto e liso de tonalidade clara e casca cinzenta, podendo alcançar de 20 a 30 m de altura e diâmetro de até um metro. Possui copa cheia e regular. Sua madeira apresenta coloração branco-amarelada, além de tonalidade róseo-pálida, com superfície lisa e com textura moderadamente sedosa (MATOS, 2009).

A madeira desta espécie é de densidade leve a moderada, de fácil trabalhabilidade

e suscetível ao ataque biológico, podendo ser usada, principalmente, para produção de compensados, caixotes, brinquedos, portas e pacotes (CARVALHO, 2007). Por apresentar múltiplas possibilidades quanto ao uso, crescimento rápido, fuste reto, desrama natural e fácil obtenção de sementes, o paricá tornou-se uma das espécies mais utilizadas pelo setor produtivo paraense (TREMACOLDI, 2009). Com produtividade média entre 25 a 30 m².ha⁻¹.ano⁻¹ (MARQUES *et al.*, 2006) e que pode ser aumentada com técnicas de melhoramento genético e práticas silviculturais, essa espécie possui com grande potencial não só para o plantio comercial, como para uso em sistemas agroflorestais e reflorestamento de áreas degradadas (TREMACOLDI, 2009).

Na etapa base do processo implantação de povoamentos florestais, o substrato é um dos insumos que têm se destacado em importância devido à sua ampla utilização na produção de mudas (KRATZ *et al.*, 2013). Para Boene *et al.* (2013), no processo de propagação de mudas via semente, o uso de substrato tem influência sobre a emergência de plântulas, cuja função é fornecer condições propícias para o crescimento inicial e estabelecimento, refletindo diretamente na qualidade da muda e no sucesso de povoamentos florestais. A utilização de substratos com baixo custo aliada a formação de mudas com padrão morfológico superior às demais, resulta na redução do ciclo de produção e num menor dispêndio econômico (SIMÕES *et al.*, 2012).

Os substratos de origem orgânica são de fácil obtenção, baixo custo e podem contribuir de forma positiva com os fatores químicos e físicos que são necessários para as mudas de qualidade. Os resíduos de casca de castanha-do-pará (*Bertholletia excelsa* H. B. K) são encontrados em grande quantidade na região Norte, sendo que no trabalho desenvolvido por Soares *et al.* (2014), a castanha foi responsável pelo fornecimento significativo de macro nutrientes. Dessa maneira, ao mesmo tempo em que se destinaria um fim para esse resíduo, evita-se o descarte inapropriado do mesmo no meio ambiente.

Nesse contexto, o trabalho objetivou avaliar o crescimento de mudas de *S. parahyba var. amazonicum* (Huber ex. Ducke) Barneby produzidas em substratos com influência de diferentes dosagens de solo e de resíduos de castanha-do-pará, utilizando técnicas de análise multivariada para a exploração dos dados, bem como para a escolha do melhor substrato.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em um período de 45 dias em casa de vegetação localizada na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Belém – PA, pertencente ao Instituto de Ciências Agrárias. A região possui uma temperatura média de 26,8° C e pluviosidade média anual de 2.537 mm, na classificação de Köppen-Geiger, o clima é do tipo Af, caracterizado por ser clima tropical e úmido.

As sementes de *S. parahyba var. amazonicum* (Huber ex. Ducke) Barneby foram obtidas a partir da compra do Laboratório de Sementes e Mudanças Florestais da empresa AIMEX. Não se têm dados acerca do local de coleta das sementes ou da quantidade de matrizes que foram utilizadas.

Fez-se a medição das sementes através de paquímetro digital, considerando os valores de altura, largura e espessura. Para a quebra da dormência, realizou-se a escarificação mecânica manual com lixa na região oposta da emissão da radícula para em seguida serem imersas em água por 12 horas. As sementes foram semeadas em tubetes de 250 dm³ com os seguintes substratos: terra preta (T1); terra preta + resíduo de castanha-do-pará nas proporção de 3:1 (T2); 1:1 (T3) e 1:3 (T4); além de castanha (T5). Foram utilizadas 60 sementes por tratamento, divididas em quatro repetições de 15 plantas.

Após duas semanas a partir da emergência foi realizada a primeira medição dos parâmetros de crescimento. Para efeitos conceituais, considerou-se a emergência quando as primeiras plântulas ergueram-se acima do substrato.

Os parâmetros analisados foram: altura das mudas (ALT), número de folhas (NF), diâmetro do coleto (COL) e comprimento das raízes (R). Aos 45 dias após a emergência as mudas de paricá foram coletadas e imediatamente levadas ao Laboratório de Tecnologia e Produtos Florestais – LTPF para obter-se a massa seca da raiz (R) e da parte aérea (PA); posteriormente, fez-se a relação PA/R.

Foi realizada uma análise de componentes principais (PCA), onde cada componente principal, também chamado de fator, é gerado a partir de uma combinação linear das variáveis originais com o objetivo de diminuir a dimensão da matriz de dados, de forma com que ainda seja possível manter as informações contidas em cada variável. Foi utilizada a matriz de correlação como medida de similaridade.

Para avaliar qual a melhor dosagem de substrato teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparar-se as novas médias criadas a partir da função canônica, técnica aplicada a observações multivariadas para reduzir para um espaço unidimensional. A ACP gera autovetores que expressam o peso de cada coeficiente para cada variável, servindo para identificar as variáveis que contribuem para distinguir cada tratamento (GOMES, 2009). A PCA e seus respectivos gráficos foram realizados no software Minitab® 17.1.0.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 são apresentados os valores médios para a biometria efetuada nas características morfológicas das sementes de paricá. Os valores encontrados para as características morfológicas das sementes se assemelham aos valores encontrados por Ohashi (2005), para as cidades de Belterra – PA, Ji-Paraná – RO e Alta Floresta – MT. Já no estudo de Oliveira (2009), as sementes, coletadas em Carlinda – MG,

apresentaram média em altura, largura e espessura, 8%, 7,7% e 24,4% maiores, respectivamente. Rosa (2006), para sementes do Estado do Pará, a altura se manteve mais próxima (2,2 cm), tão como a largura (1,3 cm) e espessura (0,38 cm).

Observa-se que a espessura entre sementes de diferentes origens é a medida que sofre maior diferenciação. Segundo Ohashi (2005), a diferença na biometria da semente ocorre principalmente devido variabilidade genética entre as áreas de origem das sementes. Para o presente trabalho, não foi possível associar a localidade das sementes devido o material ter sido oriundo da compra de empresa distribuidora de sementes.

Característica Morfológica		
Altura	Largura	Espessura
2,08 +- 0,02	1,3 +- 0,02	0,33 +- 0,01

Tabela 1. Média aritmética e erro padrão da biometria das sementes de *S. parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby das sementes usadas para germinação.

Fonte: Autores, 2017.

O número total de indivíduos mortos foi maior nos tratamentos T4 e T5, que possuíam a maior proporção de resíduo de castanha em sua composição. Este resultado pode refletir os atributos físicos dados ao substrato, dentre eles a baixa capacidade de retenção de água, conforme foi visualizado no trabalho de Soares *et al.*, (2014). Os tratamentos 2 e 3 obtiveram taxa de mortalidade próxima a 10%, sendo o tratamento 1 com o menor número de indivíduos mortos.

	Tratamentos				
	T1	T2	T3	T4	T5
Taxa de mortalidade (%)	6,7	10,1	11,7	25	18,3

Tabela 2: Taxa de mortalidade das plantas por tratamento.

Fonte: Autores, 2017.

A correlação entre as variáveis estudadas foi obtida utilizando o coeficiente de Pearson, que de uma maneira linear mede o quanto uma variável interage com a outra. A partir da tabela 3, pode-se visualizar que todas as variáveis possuem baixa correlação (assume-se como no mínimo 0,5 ou -0,5 para uma correlação significativa), exceto entre as variáveis “número de folhas” e “altura”. O valor negativo em uma análise de correlação significa que as variáveis possuem correlação indireta, ou seja, quando um valor aumenta o outro diminui. Esse efeito inverso ocorre entre a variável “PA/R” versus as variáveis “altura”, “diâmetro do coleto” e “número de folhas”.

ALT	COL	NF	RAI	PA/R
-----	-----	----	-----	------

ALT	1				
COL	0,394375	1			
NF	0,565507	0,361053	1		
RAI	0,463527	0,059114	0,125564	1	
PA/R	-0,13177	-0,14321	-0,01265	0,154962	1

Tabela 3: Matriz de correlação entre as variáveis medidas de *S. parahyba var. amazonicum* (Huber x Ducke) Barneby.

Fonte: Autores, 2017.

A porcentagem de variância explicada pelos quatros primeiros componentes foram, respectivamente, 41,0%; 23,8%; 16,8% e 12,7%. Assume-se como os principais componentes o PC1 e o PC2, pois eles possuem uma proporção cumulativa de mais de 60% para as variâncias explicadas e os maiores valores de autovalores, respectivamente 2,0498 e 1,1885. Como os dados possuem diferenças nas unidades de medidas, foi realizada a padronização.

Foi observado a partir dos escores de fatores (Tabela 4), que as variáveis que possuem maior peso na formação do primeiro componente principal foram a altura e o número de folhas, com 0,621 e 0,532, respectivamente, seguidas por diâmetro do coleto e raiz, restando a relação PA/R a menor contribuição. O sinal negativo de PA/R mostra que a variável se comporta de maneira inversamente proporcional às demais.

Variável	PC1	PC2
	$\lambda =$	$\lambda =$
	2,0498	1,1885
ALT	0,621	0,072
COL	0,449	-0,338
NF	0,532	-0,073
RAI	0,349	0,608
PA/R	-0,094	0,711

Tabela 4: Escores do primeiro e do segundo componente principal.

Fonte: Autores, 2017.

Foi realizada a plotagem dos vetores utilizando apenas o primeiro e o segundo componente principal, pois os mesmos explicam mais de 60% da variação dos dados. Destaca-se na análise da figura 1 a não correlação entre as medidas, houve somente uma pequena aproximação entre os vetores de altura e número de folhas. O vetor “PA/R” possui a menor correlação entre o conjunto de vetores e sua direção destaca a influência indireta que o vetor tem sobre as variáveis: diâmetro do coleto, número de folhas e altura. O vetor de comprimento da raiz apenas teve proximidade com altura, divergindo da direção dos outros vetores.

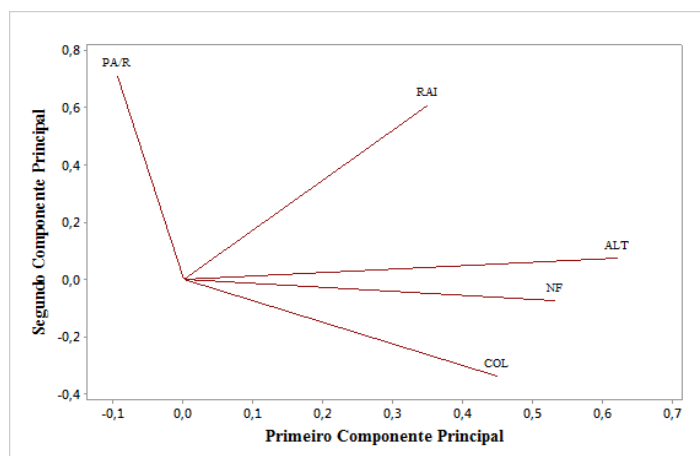


Figura 1: Correlação das variáveis com a componente principal.

Fonte: Autores, 2017.

O teste de Tukey a 95% de confiança foi efetuado a partir da variável criada por meio da técnica multivariada de função canônica, onde cada variável foi multiplicada pelos coeficientes gerados pela técnica. A tabela 5 mostra o resultado do teste de comparação entre os tratamentos e o agrupamento dos resultados.

Tratamento	Média	Grupo
T1	8,732	A
T5	7,9623	B
T3	7,918	B
T2	7,8584	B
T4	7,377	B

Tabela 5: Médias criadas a partir da função canônica agrupadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Fonte: Autores, 2017.

O tratamento T1, caracterizado por ser 100% de terra preta, gerou a maior média pelo teste de Tukey, enquanto que os tratamentos que tiveram em sua composição as dosagens de resíduo de castanha-do-pará não tiveram diferenças significativas entre si. O tratamento T5, composto por 100% de casca de castanha foi agrupado junto com os outros tratamentos, entretanto este obteve a maior taxa de mortalidade, deixando indivíduos muito heterogêneos e dificultando as análises, uma vez que a função canônica é sensível a qualquer tipo de *outlier*.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Destaca-se que as análises estatísticas de dados de experimentos desse tipo, em geral, são efetuadas para cada parâmetro individual, o que leva a resultados próprios e, conseqüentemente a uma análise que não elucidada, de modo geral, os melhores tratamentos aplicados no objeto de estudo. Por isso, a análise multivariada mostra-

se mais pertinente ao transformar os diversos parâmetros avaliados em uma única variável, passível de uma análise mais ligada à influência dos tratamentos.

A biometria das sementes apresenta média próxima ao de demais trabalhos, diferindo-se significativamente apenas na espessura. A mortalidade de plântulas foi menor nos tratamentos com menor proporção de resíduo de castanha e o melhor resultado foi no substrato formulado exclusivamente com terra preta.

A partir da análise entre os tratamentos, foi constatado que o melhor foi o T1. Os demais tratamentos não tiveram diferenças significativas a 5% de probabilidade, sendo todos os tratamentos com as dosagens de castanha associados em um mesmo grupo.

Embora as dosagens de resíduos de castanha-do-pará não tenham tido efeito significativo no crescimento das mudas, ela se torna um bom componente para melhorar a estrutura do substrato e diminuir o peso do material, caso o produtor queira associar a sua utilização com outros componentes.

REFERÊNCIAS

- BOENE, H. C. A. M.; NOGUEIRA, A. C.; SOUSA, N. J., KRATZ, D.; SOUZA, P. V. D. Efeitos de diferentes substratos na produção de mudas de *Sebastiania commersoniana*. **Floresta**, v. 43, n. 3, p. 407-420, 2013.
- CARVALHO, P. E. R. Paricá *Schizolobium amazonicum*. EMBRAPA Florestas, **Circular Técnica 142**, Colombo – Paraná, 2007.
- DUCKE, A. Notas sobre a flora neotrópica II: As leguminosas da Amazônia brasileira. In: IAN. **Boletim técnico**, 18. 2. ed. Belém: IAN, 1949. 248p.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Produção da extração vegetal e da silvicultura**. Rio de Janeiro, v. 30, 2015.
- KRATZ, D.; WENDLING, I.; NOGUEIRA, A. C.; DE SOUZA, P. V. D. Substratos renováveis na produção de mudas de *Eucalyptus benthamii*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 4, p. 607-621, 2013.
- LE COINT, P. **Árvores e plantas úteis (indígenas e aclimadas)**. 2. ed. São Paulo: Nacional, 1947. 496 p.
- MARQUES, L. C. T.; YARED, J. A. G.; SIVIERO, M. A. A. Evolução do conhecimento sobre paricá para reflorestamento no Estado do Pará. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, **Comunicado Técnico**, 158, 2006.
- MATOS, Gleidy Dayane *et al.* Desenvolvimento de mudas de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) em substrato orgânico—estudo de caso. **Synergismus scyentifica UTFPR**, v. 4, n. 1, 2009.
- MELO, C. F. M. de. **Relatório ao Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal sobre a Viabilidade do aproveitamento papeleiro do Paricá (*Schizolobium amazonicum*)**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1973. 6 p.
- OHASHI, S. T. **Variabilidade genética e fenotípica entre procedências de paricá *Schizolobium parahyba var. amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby visando seleção de materiais genéticos**

para sistemas agroflorestais. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal Rural da Amazônia, 107 f. 2005.

OLIVEIRA, A. C. C. **Biometria e Germinação das sementes de *Couratari macrosperma* A.C. Smith (Lecythidaceae) e *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke (Fabacea).** 2009. 91 f. Dissertação (Mestrado). UNEMAT, Cáceres/MT, 2009.

ROSA, L.S. Características botânicas, anatômicas e tecnológicas do paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke). **Revista Ciências Agrárias**, Belém, n.46, p.63-79, 2006.

ROSSI, L. M. B. *et al.* Aspectos silviculturais e socioeconômicos de uma espécie de uso **múltiplo: o caso de *Schizolobium amazonicum* (Hub.) Ducke.** In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL, 8., 2000, Nova Prata. **Anais...** Nova Prata: Prefeitura Municipal, Santa Maria: UFSM, 2001.

SIMÕES; D.; SILVA, R. B. G da.; SILVA, M. R da. Composição do substrato sobre o desenvolvimento, qualidade e custo de produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden x *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 1, p. 91- 100. 2012.

SOARES, I. D.; PAIVA, A. V.; MIRANDA, R. O. V.; Maranhão, Á. S. Propriedades físico- químicas de resíduos agroflorestais amazônicos para uso como substrato. **Revista Nativa**, v. 2, n. 3, p. 155-161, 2014.

SOUZA, C. R.; Rossi, L. M. B.; AZEVEDO, C. P; Vieira, A. H. Paricá: *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber x Ducke) Barneby. Embrapa Amazônia Ocidental. **Circular Técnica**, 2003.

TREMACOLDI, C. R.; LUNZ, A. M.; COSTA, F. R. de S. Cancro em Paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*) no Estado do Pará. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 59, p. 69, 2010.

AVALIAÇÃO SOCIOECONÔMICA E AMBIENTAL SOBRE A INICIATIVA DE COMPOSTAGEM NA FEIRA DO VER-O-PESO EM BELÉM-PA

Letícia Coelho Vaz Silva

Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)
Belém – PA

Camille Vasconcelos Silva

Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)
Belém – PA

Fernanda Vale de Sousa

Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)
Belém – PA

Isabela Rodrigues Santos

Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)
Belém – PA

Luna Leite Sidrim

Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)
Belém – PA

RESUMO: O objetivo do artigo foi avaliar, por meio da aplicação de questionários no dia 17 de maio de 2016, a situação socioeconômica dos feirantes do setor hortifrúti do Ver-O-Peso, além de analisar o conhecimento que os mesmos possuem sobre a importância da preservação ambiental da Feira, assim como também verificar a possibilidade de iniciativa de um projeto que visa a compostagem dos resíduos orgânicos gerados por cada barraca. Por meio da análise da estatística descritiva dos dados obtidos foram gerados gráficos e tabelas sobre as variáveis socioeconômicas e de consciência ambiental. A partir disso foi

constatado que a maioria dos entrevistados se mostrou favorável à participação no projeto que visa a compostagem, além de não apresentarem dificuldades em um possível armazenamento desses resíduos. Concluiu-se que existe um interesse na implantação desse projeto, porém sendo necessário melhorias nas condições de acondicionamento e coleta.

PALAVRAS-CHAVE: feira livre; resíduos sólidos; compostagem.

ABSTRACT: The purpose of the article was to evaluate, through application of questionnaires on May 17th of 2016, the socioeconomic situation of the marketer of Ver-O-Peso, in addition to analyze their knowledge about the importance of the environmental preservation of the market. It also aimed to verify the possibility of a project of composting organic residue, generated by each stand. Through analyses of the descriptive statistic of the obtained data, graphs and tables were generated on socioeconomic variables and environmental awareness. Based on this, it was found that most of the respondents were in favor to participating in the project, in addition to agree with a possible storage of the organic residue. It was concluded that there is an interest in the implementation of this project, however improvements in the conditions of storage and collection are needed.

KEYWORDS: market; solid residue; composting.

1 | INTRODUÇÃO

Os resíduos sólidos podem ser definidos como os rejeitos das atividades humanas, vistas pelos geradores como algo inutilizável, descartável ou indesejável (IPT/CEMPRE, 2000). Segundo a NBR-10.004 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2004) os resíduos sólidos classificam-se de acordo com a sua origem, podendo ser industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços ou de varrição. Além disso, outra classificação para estes resíduos é em função de sua composição química, em que a matéria é orgânica ou inorgânica.

A produção de lixo urbano é um procedimento muito heterogêneo, isso se deve pelo fato de que sua composição depende diretamente da sua origem, doméstica ou industrial, de áreas carentes ou privilegiadas, de a coleta ser seletiva ou generalizada. O tratamento para essa problemática envolve a separação do lixo em materiais inertes recicláveis e a matéria orgânica, entretanto, este processo ainda é incipiente no Brasil (JUNIOR et al, 2005).

O país produz diariamente mais de 241 mil toneladas de resíduos sólidos orgânicos segundo dados de Oliveira e Pasqual (1998). Sendo a maior parte de origem doméstica com 125.000 toneladas (IBGE, 2003). Segundo Santos et al (2006), as consequências de uma má destinação desses resíduos envolvem poluições ambientais, como a contaminação de lençóis freáticos, acarretando o comprometimento do seu uso domiciliar, entre outros fatores; a poluição da atmosfera, com o desprendimento de gases e odores; a proliferação de animais transmissores de doenças, os quais geram riscos sérios a saúde da população. Isso evidencia a necessidade de um maior enfoque em pesquisas que abordam o assunto.

O Ver-o-Peso, maior feira livre da América Latina, localiza-se na região norte do país, mais precisamente em Belém do Pará. Esse mercado é um grande gerador de resíduos sólidos orgânicos, devido ao alto índice de especiarias e produtos alimentícios comercializados, os quais necessitam de destinação adequada e de maior utilidade para a população paraense.

A partir disso, nosso estudo tem como objetivo principal a obtenção de mais informações sobre o Complexo do Ver-o-Peso, tendo como foco o setor hortifrúti, as ações e opiniões dos comerciantes em relação a gestão de resíduos orgânicos produzidos e seus efeitos. Além de efetuar o estudo sobre a realidade atual da feira e com o uso das informações coletadas, encontrar melhores possibilidades para a resolução da questão dos resíduos.

Uma das possíveis soluções mais apropriadas para essa situação, seria a compostagem destes resíduos de alta biodegradabilidade, realizando a degradação dessa matéria por meio da ação de determinados organismos. Desta forma, auxiliando a rotina de trabalho ocorrente no Mercado, diminuindo o desperdício e possibilitando

a destinação correta destes resíduos, com o intuito de contribuir para o equilíbrio socioambiental.

2 | METODOLOGIA

Para a realização dessa pesquisa, foram aplicados 56 questionários (apêndice 1), compostos por questões dissertativas e de múltipla escolha no setor hortifrúti da Feira do Ver-o-Peso, o qual é o foco principal da pesquisa.

Segundo dados do ano de 2015 da Secretaria Estadual de Economia (SECON-PA), existe um total de 286 permissionários trabalhando nesse setor. A partir desse total de permissionários foi feito o cálculo de determinação do tamanho da amostra (n) com base na estimativa da proporção populacional, a partir da equação 1, o que resultou na necessidade da aplicação de 156 questionários.

$$n = \frac{N \cdot p \cdot q \cdot (Z_{\alpha/2})^2}{p \cdot q \cdot (Z_{\alpha/2})^2 + (N - 1) \cdot E^2}$$

Equação 1:

Onde n é o tamanho da amostra, N é o tamanho da população, p é a proporção populacional de indivíduos que trabalham no setor de frutas, q é a proporção populacional de indivíduos que trabalham no setor de legumes, $Z_{\alpha/2}$ é o valor crítico que corresponde ao grau de confiança usado e o E é o erro máximo da estimativa.

Entretanto, foi observado em campo que haviam cerca de apenas 150 trabalhadores, caracterizando um desvio na quantidade de feirantes ativos em relação aos números apresentados pela Secretaria, o que dificultou a execução da pesquisa. Considera-se também, a oposição de aproximadamente 35 feirantes à realização dos questionários.

Foram levantadas questões em relação à situação socioeconômica e à consciência ambiental dos feirantes entrevistados, assim como aos conhecimentos sobre a destinação do lixo na Feira e uma possível iniciativa de compostagem dos resíduos orgânicos gerados pela atividade em questão. Os questionários foram aplicados no dia 17 de maio de 2016 durante 4 horas e os dados obtidos foram organizados e utilizados para fins de análise estatística descritiva.

A análise descritiva tem por objetivo descrever, resumir e organizar os dados obtidos por meio da aplicação dos questionários referentes a pesquisa. Através dos softwares Excel e Minitab 17 foram gerados gráficos, tabelas e calculadas medidas descritivas.

Para facilitar o entendimento e dar um maior direcionamento à proposta de compostagem na feira, foram consideradas as perguntas mais relevantes para o assunto. Desta forma, nos gráficos elaborados pelo estudo foram feitas combinações entre as variáveis gênero; conhecimento sobre a produção de adubo; conhecimento

a respeito do conceito de compostagem; resíduos gerados em maior quantidade por barraca; destinação final do lixo produzido por barraca; dificuldade de armazenamento do lixo; participação de um futuro projeto que visa a compostagem.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos dados obtidos na aplicação dos questionários com os permissionários do setor hortifrúti na feira do Ver-O-Peso foram produzidas as tabelas 1, 2, 3 e 4 abaixo, baseadas na análise descritiva dos dados.

Total de permissionários	56
Moda	31 a 45 anos
Mínimo	16 a 30 anos
Máximo	Acima de 65 anos

Tabela 1: Análise descritiva para a idade

Em relação ao perfil dos entrevistados, percebe-se que, em geral, os permissionários apresentam uma idade entre 31 e 45 anos. Também foi possível observar que dentre os 56 feirantes entrevistados, a média de horas de trabalho por dia fica em torno de nove horas, com uma moda de dez horas.

Total de permissionários	56
Moda	10 horas
Média	9,232 horas
Mínimo	0
Máximo	18 horas

Tabela 2: Carga horária de trabalho

Total de permissionários	56
Moda	De ½ salário até um salário mínimo (R\$440,00 a 880,00)
Mínimo	0
Máximo	De 5 até 10 salários mínimos (R\$4400,00 a 8800,00)

Tabela 3: Renda total

No âmbito socioeconômico, a renda mensal total observada para a maioria dos entrevistados foi de meio salário mínimo a um salário mínimo, o que representa um valor relativamente baixo. Entretanto, os maiores valores encontrados foram de cinco salários mínimos a dez salários mínimos por mês.

Total de permissionários	56
--------------------------	----

Tabela 4: Impactos ambientais presentes na feira do Ver-O-Peso

Durante a entrevista foram citados vários impactos ambientais sendo mais frequente os impactos degradação por trabalhadores, poluição da feira e poluição do rio. Sendo 73,2% dos permissionários entrevistados alegam que o principal problema é a degradação da feira pelos próprios trabalhadores.

O gráfico abaixo (figura 1) representa a relação entre os níveis de escolaridade e o conhecimento ou não dos feirantes sobre a produção de adubo a partir dos resíduos orgânicos. Foi observado que a maioria dos feirantes não possuem o ensino fundamental completo, assim como não estavam cientes sobre a possibilidade da produção de adubo. É importante ressaltar que não houve significativa disparidade entre os que estavam cientes e os que não.

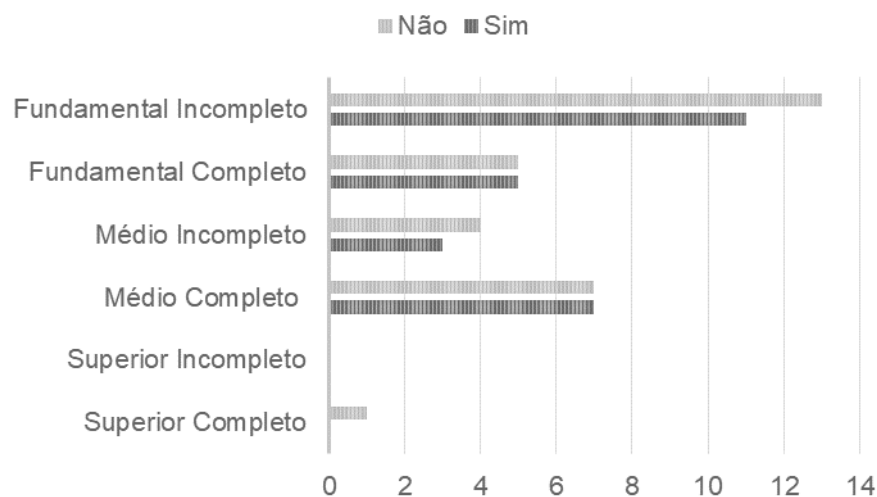


Figura 1 - Relação entre os níveis de escolaridade e o conhecimento ou não dos feirantes sobre a produção de adubo a partir dos resíduos orgânicos

A figura 2 relaciona os níveis de escolaridade com o conhecimento ou não dos feirantes a respeito do conceito de compostagem. Após a análise dos dados obtidos foi constatado que do total de pessoas entrevistadas apenas 7,15% conheciam o conceito de compostagem, sendo esse número menor para os níveis mais baixos de escolaridade. Vale salientar que houve explicação e orientação por parte da equipe de pesquisa para essas que não conheciam. Além disso, foi observado que muitos feirantes sabiam a respeito da produção de adubo a partir de resíduos orgânicos, mas não tinham conhecimento que o processo necessário para isso é a compostagem.

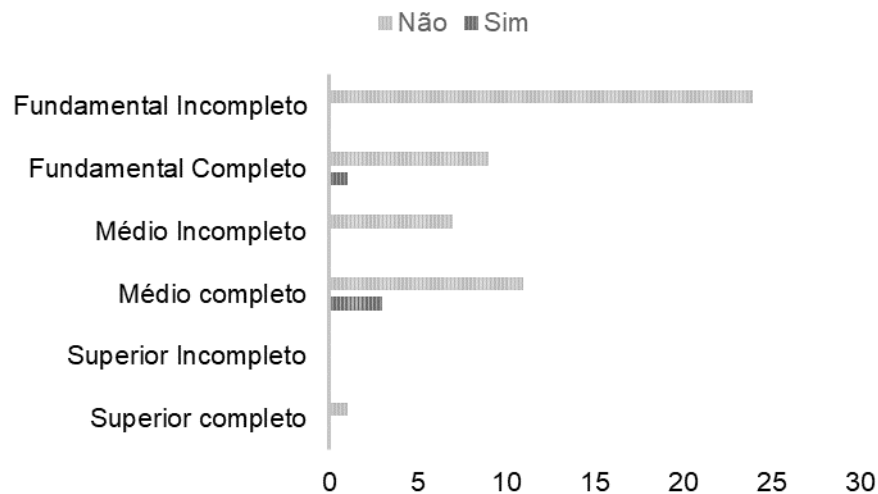


Figura 2 - Relação entre os níveis de escolaridade e o conhecimento ou não dos feirantes sobre o conceito de compostagem

Além disso, os feirantes foram questionados sobre a importância da preservação do rio e do espaço do Ver-o-Peso, assim como sobre a consciência dos resíduos gerados pelas suas barracas. Essas respostas foram comparadas à disponibilidade dos mesmos para o armazenamento desses resíduos. Constata-se na figura 3 que a maioria dos feirantes possui consciência da preservação da Feira, entretanto, poucos possuem conhecimento sobre os impactos específicos gerados pelas suas atividades. Por fim, a maioria também não teria dificuldade em armazenar os resíduos gerados por sua barraca.

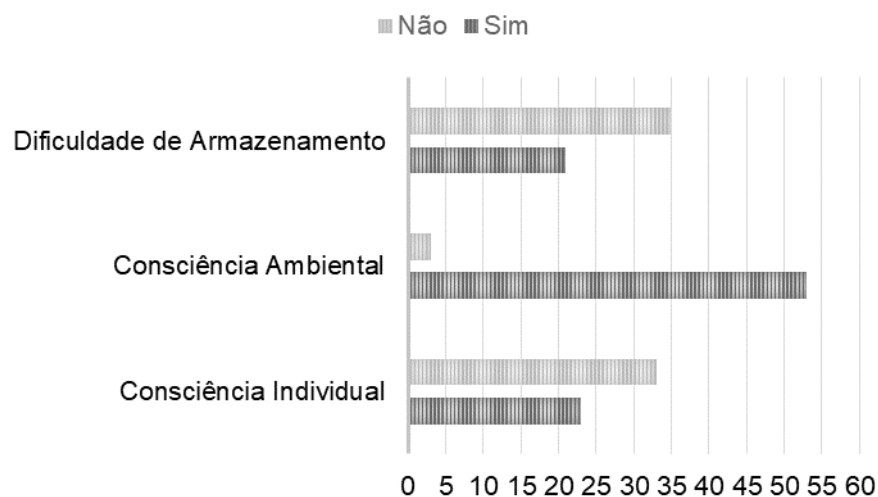


Figura 3 - Relação entre a dificuldade de armazenamento dos resíduos produzidos e descartados pelos feirantes, a consciência ambiental geral e a consciência ambiental individual

Visando um projeto de compostagem, os feirantes foram questionados pela possibilidade de aplicação do mesmo, tendo como resultados expressos na figura 4 abaixo. O gráfico expõe que a grande parte dos permissionários entrevistados aceitaria fazer parte do projeto assim como também aceitaria armazenar os resíduos gerados por suas barracas, contanto que os responsáveis cedessem o material necessário

para o armazenamento dos mesmos.

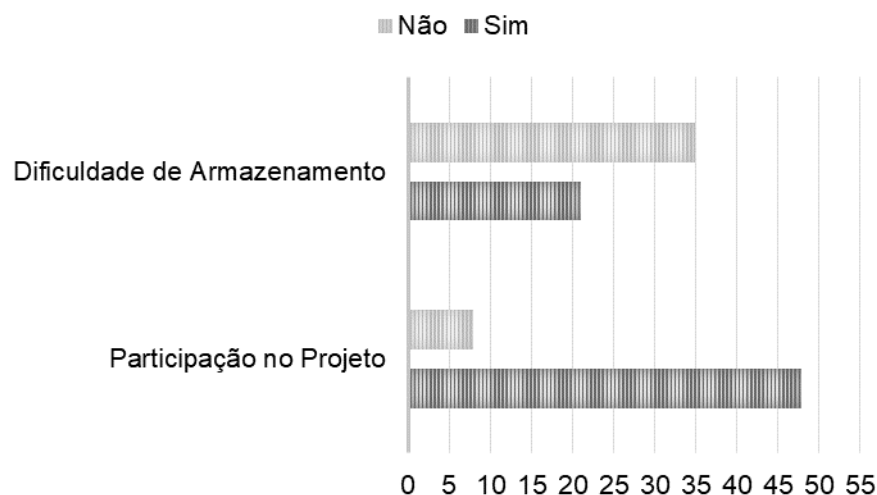


Figura 4 - Relação entre a dificuldade de armazenamento dos resíduos produzidos e descartados pelos feirantes e a possibilidade de participação no projeto de compostagem

A pesquisa constatou que entre os tipos de resíduos gerados por cada barraca (papel, vidro, plástico, metal, orgânico e outros), o resíduo gerado em maior quantidade foi do tipo orgânico, representando 86% do total de entrevistados, já dos tipos plástico e papel apresentaram, respectivamente, resultados de 9% e 5%. Não foram encontradas porcentagens significativas de outros tipos de resíduos. A figura 5 a seguir expõe a proporção entre o tipo e a quantidade de resíduos gerados.

■ Papel ■ Vidro ■ Plástico ■ Metal ■ Orgânico ■ Outros

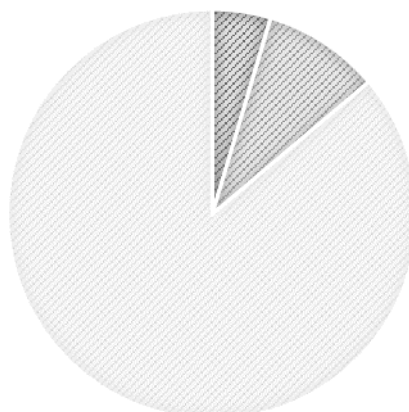


Figura 5 - Diferentes tipos de resíduos gerados por cada barraca da Feira

Quando relacionados os tipos de resíduos gerados com a dificuldade de armazenamento dos mesmos, observa-se que a maioria dos feirantes entrevistados afirmou que não teria dificuldades em fazer o armazenamento, sendo que estes geram principalmente resíduos orgânicos e plásticos. Entretanto, aqueles que responderam “Não”, alegaram como principais motivos para essa dificuldade a atração de animais que comprometem a higiene do local, assim como também transmitem doenças; disponibilidade na carga horária de trabalho; falta de espaço para o armazenamento

adequado; e ausência de material para a armazenagem, como caixas e contêineres.

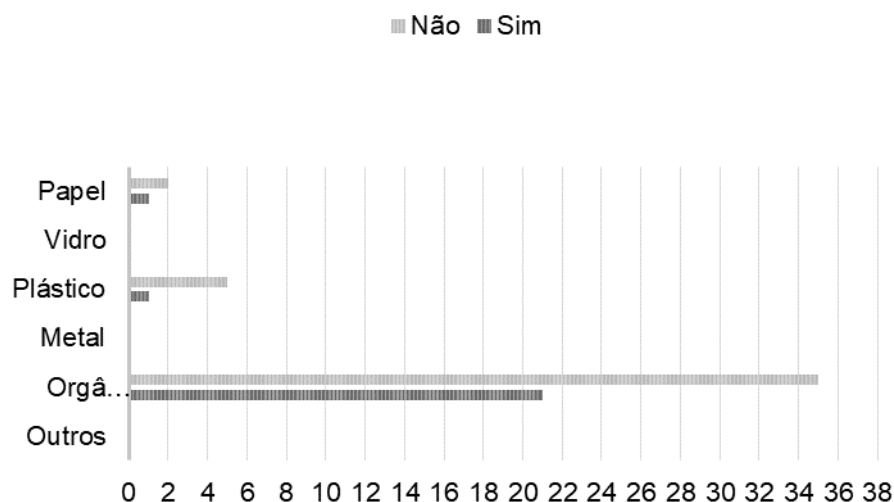


Figura 6 - Tipos de resíduos gerados em relação à dificuldade de armazenagem

É possível observar na figura 7, a seguir, que a maioria dos permissionários geradores de resíduos orgânicos estaria disposto a participar de um projeto que visa promover a compostagem desses resíduos, desde que fornecidas condições adequadas para o armazenamento, assim como para a coleta dos resíduos, levando em consideração o comprometimento dos responsáveis pela execução do projeto. No total, cerca de 85,7% dos entrevistados demonstraram-se favoráveis à iniciativa.

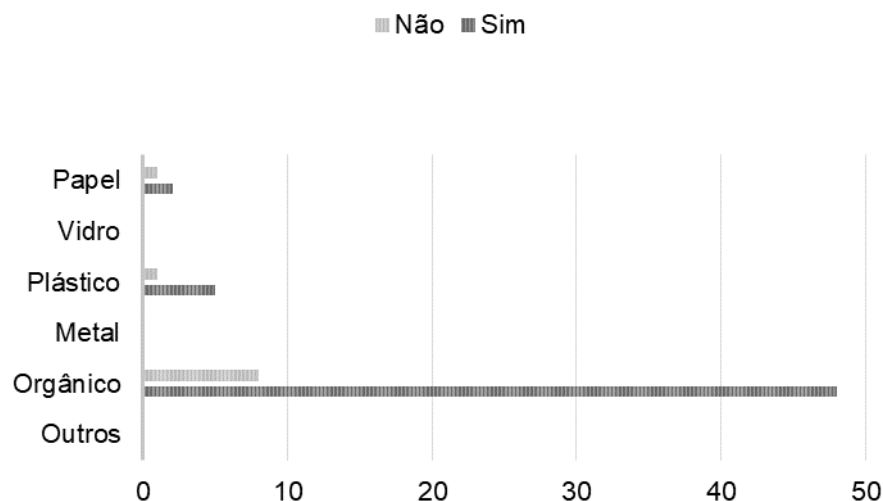


Figura 7 - Tipos de resíduos gerados em relação à aceitação de participação do projeto que visa a compostagem dos resíduos orgânicos na Feira

4 | CONCLUSÃO

A partir dos questionários aplicados verificou-se um resultado positivo em relação à adesão dos permissionários à participação do projeto de compostagem, já que a maioria se mostrou favorável e se dispôs a armazenar os resíduos. Entretanto, as principais problemáticas para a execução dizem respeito à falta de locais adequados

para a armazenagem, assim como a dificuldade de coleta, que deveria obedecer a uma periodicidade pré-determinada. Outro problema verificado e citado pelos entrevistados foi a possível atração de animais em geral, prejudicando a higiene do local, o que também pode ser resolvido por meio de uma coleta ideal.

Nota-se que a maioria dos resíduos descartados pelos feirantes do setor hortifrúti da feira do Ver-O-Peso são orgânicos, o que seria mais uma vantagem para a iniciativa de promover a compostagem desses resíduos. Durante a aplicação dos questionários foi possível testemunhar o grande desperdício de alimentos que poderiam ser utilizados para outros fins, e no entanto, foram descartados para serem acumulados em um lixão.

Em relação ao perfil socioeconômico, constatou-se que, em geral, a renda mensal dos feirantes é relativamente baixa, representando no máximo um salário mínimo (R\$880,00). Nesse contexto, pode-se avaliar que a iniciativa de compostagem e posterior criação de adubo a partir dos resíduos orgânicos poderia desempenhar um importante papel de complemento à renda, já que o adubo produzido pode ser comercializado.

Embora seja perceptível certa preocupação com a manutenção da Feira em geral, existe pouco conhecimento sobre os impactos que podem ser causados individualmente por cada barraca, provavelmente por falta de instrução. Além disso, segundo as entrevistas, a maior fonte de impactos são os próprios trabalhadores, que degradam, o ambiente da feira de diversas formas. Uma forma de reverter esse quadro seria promover a disseminação de informações a respeito do tema, para que haja uma conscientização desses trabalhadores.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10004: Resíduos sólidos- classificação. Rio de Janeiro, 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Nacional de Saneamento. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Estatísticas e Indicadores Sociais, 2011.

IPT/CEMPRE. Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado. 1 ed. São Paulo: Instituto de Pesquisa Tecnológicas/IPT, 2000.

JUNIOR, A. H. C., BOARETTO, E. A., MURAOKA, T., KIEHL, C. J. **Uso Agrícola de Resíduos Orgânicos Potencialmente Poluentes: Propriedades Químicas do Solo e Produção Vegetal.** Tópicos Ci. Solo, 2005.

OLIVEIRA, S., PASQUAL, A. **Gestão de resíduos sólidos na microrregião Serra de Botucatu/SP.** Revista Limpeza Pública, São Paulo, n. 47, p. 23-28, 1998.

SANTOS, C. R., CAMPOS, F. J., PINHEIRO, D. C., TOLON, B. Y., SOUZA, L. R. S., BARACHO, M., CARMO, L. E. **Usinas de Compostagem de Lixo como Alternativa Viável à Problemática dos Lixões no Meio Urbano.** Enciclopédia Biosfera, N.02, 2006.

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE LICOR DE ABACAXI COM HORTELÃ E PIMENTA CALABRESA DESIDRATADA

Lizandra Rodrigues de Souza

Universidade do Estado do Pará – UEPA,
Graduada em Tecnologia de Alimentos
Marabá – Pará

Josué Veras Dias

Universidade do Estado do Pará – UEPA,
Graduado em Tecnologia de Alimentos
Marabá – Pará

Sarah Adrielle Nascimento Souza

Universidade Federal do Tocantins – UFT,
Graduanda em Nutrição
Palmas – Tocantins

Luana Kelly Baltazar da Silva

Universidade do Estado do Pará – UEPA,
Graduada em Tecnologia de Alimentos
Castanhal – Pará

Bruna Almeida da Silva

Universidade do Estado do Pará – UEPA, Docente
do Curso de Tecnologia de Alimentos, Doutoranda
em Ciência Animal
Belém – Pará

Maria Regina Sarkis Peixoto Joele

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Pará – IFPA, Doutora em Ciências
Agrárias
Belém – Pará

RESUMO: Os licores são produtos que vem ganhando mercado devido a sua diversidade de cores, viscosidade e sabores. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi elaborar

um licor de abacaxi com adição de hortelã e pimenta calabresa desidratada e analisar as propriedades físico-químicas e sensoriais do produto. Para elaboração do licor, os abacaxis foram descascados, cortados e triturados. Em seguida, o suco foi transferido para um frasco de vidro, a pimenta e a hortelã foram adicionadas e permaneceu sob infusão por 16 dias. Após esse período, o xarope de sacarose foi preparado, adicionado e homogeneizado no licor. As análises físico-químicas realizadas no licor foram pH, sólidos solúveis totais e colorimétrica. Os atributos sensoriais analisados pelos 60 provadores não treinados foram: sabor, cor, aroma, viscosidade e aparência global. Foi avaliado também a intenção de compra do produto. Conforme os resultados, verificou-se que o pH e sólidos solúveis do produto foram 3,85 e 28 °Brix, respectivamente. Em relação a análise colorimétrica, foram obtidos os seguintes valores: L* foi 52,83, a coordenada a* de -0,37 e b* de 15,11. Os resultados da análise sensorial mostraram que o índice de aceitabilidade de todos os atributos analisados foi superior a 70%, e que 46,7% dos provadores certamente comprariam o produto. Conclui-se, que o licor de abacaxi com adição de hortelã e pimenta calabresa desidratada apresentou características peculiares, diferentes dos licores tradicionais atualmente comercializados e pode ser considerado um produto inovador, viável ao

consumo.

PALAVRAS-CHAVE: Licor; Abacaxi; Análises.

ABSTRACT: Liquors are products that have been gaining market due to their diversity of colors, viscosity and flavors. Therefore, the objective of this work was to elaborate a pineapple liqueur with the addition of peppermint and dehydrated pepper and to analyze the physical-chemical and sensorial properties of the product. For the elaboration of the liquor, the pineapples were peeled, cut and crushed. The juice was then transferred to a glass vial, pepper and mint were added and remained under infusion for 16 days. After this time, the sucrose syrup was prepared, added and homogenized in the liquor. The physico-chemical analyzes performed on the liquor were pH, total soluble solids and colorimetric. The sensory attributes analyzed by the 60 untrained tasters were: taste, color, aroma, viscosity and overall appearance. The intention to buy the product was also evaluated. According to the results, the pH and soluble solids of the product were found to be 3.85 and 28 ° Brix, respectively. Regarding the colorimetric analysis, the following values were obtained: L * was 52.83, the coordinate a * of -0.37 and b * of 15.11. The results of the sensorial analysis showed that the acceptability index of all the analyzed attributes was superior to 70%, and that 46.7% of the tasters would certainly buy the product. It can be concluded that the pineapple liqueur with the addition of peppermint and dehydrated pepper has presented peculiar characteristics, different from the traditional liquors currently marketed and can be considered an innovative product, viable to the consumption.

KEYWORDS: Liquor; Pineapple; Analysis.

1 | INTRODUÇÃO

O licor é a bebida com graduação alcoólica de 15-54% em volume, a 20°C, com percentual de açúcar superior a 30g/L (BRASIL, 2009). São bebidas que possuem variações de acordo com sua matéria-prima, seu teor alcoólico e açúcar. Os licores são produtos que vem ganhando mercado devido a sua diversidade de cores, viscosidade e sabores (PASSOS et al., 2013).

O Brasil produz 43 milhões de toneladas de frutas tropicais, subtropicais e de clima temperado, proporcionando ao país grande diversidade de frutas o ano inteiro (IBRAF, 2011).

O abacaxi (*Ananas comosus L. Merril*), pertencente ao gênero Ananás, é uma fruta tropical com características sensoriais e nutricionais atrativas, tais como sabor, cor, aroma, teor de ácido ascórbico, minerais, fibras e antioxidantes (RAMALLO; MASCHERONI, 2012). Este fruto pode ser consumido tanto *in natura* quanto industrializado, na forma de suco, geleia, compota, entre outros (FURTADO et al., 2014).

A hortelã (*Mentha piperita L.*) é consumida principalmente na forma de chá

recomendada para o tratamento de náuseas, cólicas gastrointestinais, além disso, possui propriedades expectorantes (ARAÚJO et al., 2006). Apesar dos vários benefícios que a hortelã possui, poucos são os produtos alimentícios acrescidos de hortelã.

A pimenta (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*), conhecida popularmente como dedo-de-moça, calabresa ou pimenta vermelha, possui forma alongada, de coloração vermelha, quando apresentam grau de maturidade adequado (CARVALHO et al., 2009). Peter (2007), descreve que a pimenta possui alguns antioxidantes como carotenoides, vitamina C e E. Esses compostos combatem radicais livres, auxiliando na prevenção do câncer, doenças cardiovasculares e arteriosclerose.

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi elaborar um licor de abacaxi com adição de hortelã e pimenta calabresa desidratada e analisar as propriedades físico-químicas e sensoriais do produto.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Elaboração do Licor

As frutas para a elaboração do licor foram adquiridas no mercado da cidade de Marabá-PA e conduzidas ao Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Universidade do Estado do Pará, Campus VIII, no qual, as folhas de hortelã e os abacaxis foram lavados e sanitizados antes do preparo do produto.

Para elaboração do licor, os abacaxis foram descascados, cortados, adicionados de 500ml de água e triturados para extração do suco, que em seguida, foi filtrado para remoção das partículas sólidas. Foi transferido para um frasco de vidro esterilizado 900ml de suco de abacaxi, 15g de hortelã, 0,5g de pimenta calabresa desidratada e 400ml de álcool destilado. Após a mistura, o frasco foi fechado e armazenado em temperatura ambiente, isento de claridade por um período de infusão de 16 dias.

Após o período de infusão, realizou-se o preparo do xarope de sacarose com 196g de sacarose comercial e 196ml de água mineral, ou seja, na proporção de 1:1 (água/sacarose). A solução foi submetida à cocção até a completa dissolução. O xarope em temperatura ambiente foi adicionado no licor e homogeneizado para mistura dos ingredientes.

As análises físico-químicas realizadas no licor foram de potencial hidrogeniônico (pH) e sólidos solúveis totais (SST), conforme descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). A análise colorimétrica foi determinada por meio do sistema CIELAB, com valores expressos em L* (luminosidade), a* (coordenada vermelho/verde) e b* (coordenada amarelo/azul).

A análise sensorial foi realizada com 60 provadores não treinados utilizando escala hedônica de 9 pontos, no qual, 1 correspondeu a “desgostei muitíssimo” e 9 “gostei muitíssimo”. Os provadores avaliaram o sabor, cor, aroma, viscosidade e aparência global. Foi avaliado também a intenção de compra do produto utilizando

uma escala de 5 pontos, no qual, 1 correspondeu a “certamente não compraria” e 5 “certamente compraria”, conforme Dutcosky (2013). Os índices de aceitabilidade do licor foram determinados pela média das notas, dividido por 9 e multiplicado por 100%.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1, apresenta os resultados das análises físico-químicas do licor de abacaxi adicionado de hortelã e pimenta calabresa desidratada.

Parâmetros	Resultados
pH	3,85±0,035
Sólidos Solúveis (°Brix)	28,00±0,00
L*	52,83±1,47
a*	-0,37±0,02
b*	15,11±0,58

Tabela 1 - Resultados físico-químicos do licor de abacaxi com hortelã e pimenta calabresa desidratada.

Fonte: Autores (2016).

Verifica-se na Tabela 1, que o pH e sólidos solúveis do produto foram 3,85 e 28 °Brix, respectivamente. Tais valores são semelhantes ao apresentado por Oliveira et al. (2015), ao elaborar uma bebida fermentada alcoólica de laranja, no qual obtiveram uma variação de pH 3,95 a 3,54. Provavelmente, essa semelhança pode ser explicada pelo fato das frutas utilizadas em ambos os estudos possuírem caráter ácido.

Magalhães et al. (2014), ao elaborar um licor de corte de morango, observaram que o valor de sólidos solúveis totais foi de 45 °Brix, sendo este resultado superior ao encontrado neste trabalho. Esta diferença deve-se provavelmente ao teor de açúcar das frutas e a concentração do xarope adicionado nas respectivas formulações.

Na análise colorimétrica, o valor de L* foi 52,83, coordenada a* de -0,37, e coordenada b* de 15,11. Esse resultado deve-se a adição de abacaxi, hortelã e pimenta que possuem pigmentos diferentes, como clorofila e carotenoides.

O resultado dos atributos sensoriais e índice de aceitabilidade do licor de abacaxi adicionado de hortelã e pimenta calabresa, encontra-se na Tabela 2.

Atributos sensoriais	Média e desvio padrão	Índice de aceitabilidade
Sabor	7,85±1,23	87,22%
Cor	6,88±0,69	76,48%
Aroma	7,20±0,98	80,00 %
Viscosidade	7,62±1,15	84,63%
Aparência global	7,85±1,29	87,22%

Tabela 2 - Resultados dos atributos sensoriais e índice de aceitabilidade do licor de abacaxi com hortelã e pimenta calabresa desidratada.

Fonte: Autores (2016).

Conforme a Tabela 2, os atributos sensoriais do licor de abacaxi foram: sabor 7,85, cor 6,88, aroma 7,20, viscosidade 7,62 e aparência global de 7,85. Em relação ao índice de aceitabilidade dos atributos avaliados, seus resultados foram superiores a 70%. Minim (2013), descreve que um produto só pode ser considerado aceito pelos consumidores, se o índice de aceitabilidade for no mínimo 70%. Sendo assim, todos os atributos analisados no licor foram bem aceitos pelos provadores.

Na Figura 1, encontram-se os resultados obtidos no teste de intenção de compra dos provadores em relação ao produto.

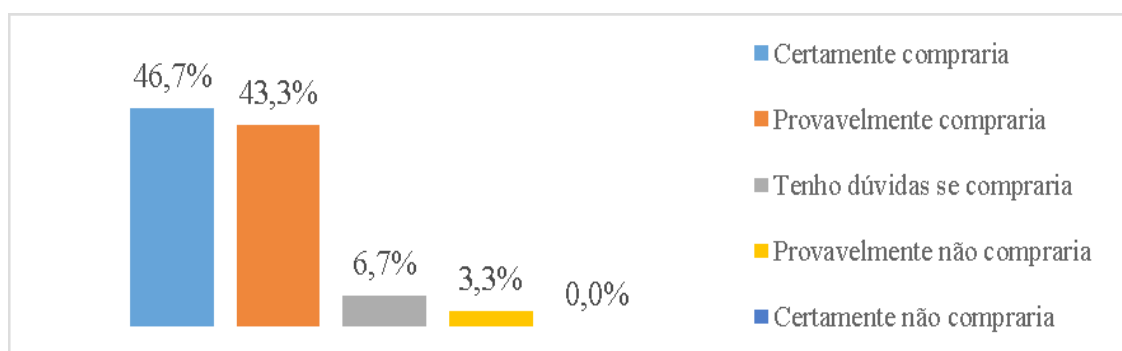


Figura 1 - Intenção de compra do licor de abacaxi com hortelã e pimenta calabresa desidratada.

Fonte: Autores (2016).

Segundo a Figura 1, 46,7% dos provadores certamente comprariam o licor caso o encontrassem disponível a venda, 43,3% provavelmente comprariam e apenas 6,7 e 3,3% disseram, respectivamente, que provavelmente e certamente não comprariam o licor de abacaxi com hortelã e pimenta calabresa desidratada.

Oliveira et al. (2016), em sua pesquisa com licor de abacaxi, aplicou quatro tratamentos com diferentes formulações. A formulação T₂, composta por abacaxi *in natura*, sacarose e álcool de cereal, obteve a melhor intenção de compra, sendo que 52% dos provadores atribuíram nota 1 de certamente comprariam, seguida do licor T₄, elaborado com abacaxi desidratado, sacarose e álcool de cereal.

4 | CONCLUSÕES

Conclui-se, que o licor de abacaxi com adição de hortelã e pimenta calabresa

desidratada apresentou características físico-químicas e sensoriais peculiares, diferentes dos licores tradicionais atualmente comercializados e pode ser considerado um produto inovador, viável ao consumo, uma vez que apresentou em todos os atributos sensoriais analisados, bons índices de aceitabilidade.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, E. S.; MEYER, E.; ANTUNES, L. J.; MAIA, E.; ZANOLLI, K.; CORTEZ, L. E. R.; D'OLIVEIRA, P. S. **Efeito do tipo e dose de adubo orgânico na produção de biomassa da hortelã (*Mentha piperita* L.)**. Iniciação Científica CESUMAR, Maringá-PR, v. 8, n. 1, p.105-109, jun. 2006.
- BRASIL. **Decreto nº 6871, de 4 de junho de 2009**. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Diário oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 4 jun. 2009. p. 20.
- CARVALHO, S. I. C.; RIBEIRO, C. S. C.; HENZ, G. P.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. **'BRS Mari': nova cultivar de pimenta dedo-de-moça para processamento**. Horticultura Brasileira, v. 27, n. 4, p. 571-573, out./dez. 2009.
- DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 4ª ed. Curitiba: Champagnat, 2013. 531 p.
- FURTADO, G. F.; SILVA, F. S.; PORTO, A. G.; SANTOS, P. **Secagem de abacaxi (*Ananás comosus* (L.) Merrill), variedade pérola utilizando a técnica de camada de espuma**. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v. 16, n. 4, p. 387-394, 2014.
- IBRAF – Instituto Brasileiro de Frutas. **Frutas brasileiras em ascensão**. Disponível em: <http://www.ibraf.org.br/imprensa/0901_FrutasBrasileirasAscensao.a-sp>. Acesso em: 07 jun. 2016.
- Instituto Adolfo Lutz (São Paulo). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 1ª ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.
- MAGALHÃES, D. V.; ANDRADE, R. O.; COSTA, D. P.; SANTOS, D. B.; CARDOSO, R. L. **Desenvolvimento, caracterização físico-química e sensorial de licor de corte de morango**. Enciclopédia Biosfera, Goiânia-GO, v. 10, n. 18, p. 1193-1199, 2014.
- MINIM, V. P. R. **Análise sensorial: estudos com consumidores**. 3ª ed. Viçosa: UFV, 2013. 332 p.
- OLIVEIRA, E. S.; SANTOS, E. C. S.; MEDEIROS, C. M.; LAMARÃO, C. V.; SANTOS, V. S. **Formulação de licor com polpa de fruta *in natura* e desidratada do abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill)**. In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA, 3., 2016, Foz do Iguaçu. *Anais...* Foz do Iguaçu: CONTECC, 2016. p. 1-5.
- OLIVEIRA, J. P. M.; NETO, J. C. S.; SILVA, S. S.; SANTOS, A. S. **Produção de fermentado alcoólico de laranja**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Pombal-PB, v.10, n.3, p.35-41, jul./set. 2015.
- PASSOS, F. R.; CRUZ, R. G.; SANTOS, M. V.; FERNANDES, R. V. B. **Avaliação físico-química e sensorial de licores mistos de cenoura com laranja e com maracujá**. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v. 15, n. 3, p. 211-218, 2013.
- PETER, M. Z. **Efeitos da temperatura de secagem sobre fitoquímicos de pimenta (*Capsicum baccatum* L. var. *pendulum*)**. 2007. 89 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2007.

RAMALLO, L. A.; MASCHERONI, R. H. **Quality evaluation of pineapple fruit during drying process.** Food and Bioproducts Processing, v. 90, n. 2, p. 275-283, 2012.

COLETA SELETIVA E INCLUSÃO DE CATADORES – A EXPERIÊNCIA DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL

Hilma Alessandra Rodrigues do Couto

Embrapa Amazônia Oriental
Belém-PA

Danielle Yariwake da Silva

Embrapa Amazônia Oriental
Belém-PA

Thiago Sena Dantas de Oliveira

Embrapa Amazônia Oriental
Belém-PA

Priscilla Araújo Brandão

Embrapa Amazônia Oriental
Belém-PA

RESUMO: A coleta seletiva associada à inclusão dos catadores é uma ação de utilidade pública, regida por leis que devem ser atendidas por órgãos públicos e privados. A falta de informações, aliada a pouca troca de experiências entre órgãos e instituições que conseguem êxito no atendimento à legislação referente ao tema, levou à elaboração deste trabalho. O objetivo é relatar a experiência da Embrapa Amazônia Oriental - EAO na implantação da Coleta Seletiva e inclusão dos catadores na atividade, contribuindo com a geração do conhecimento relacionado à temática ambiental. Serão apresentadas respostas às seguintes perguntas: como foi implantada a coleta seletiva na EAO? Como é feito o gerenciamento dos resíduos recicláveis?

Como foi efetivada a inclusão dos profissionais catadores no processo? Para descrição da atividade foi realizada uma pesquisa bibliográfica, visitação de Leis, Normas e Decretos em *Sites* oficiais do Governo Federal e levantamento de documentos internos da EAO e posterior análise dos mesmos. Várias ações foram tomadas para regularização da atividade, dentre as quais o atendimento ao Decreto N° 5.940/2006, que orienta a inclusão de associações/cooperativas de catadores nos órgãos públicos; foi instituída a comissão interna de coleta seletiva; ações simples como distribuição de caixas de papelão para coleta de papel e comunicação interna sobre o processo ajudaram na melhoria da rotina e regularidade da atividade. A EAO atende as principais legislações referentes a coleta seletiva: Resolução N° 275/2001 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), a Lei 12.305/2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Decreto N° 5.940/2006.

PALAVRAS-CHAVE: Coleta Seletiva. Inclusão de catadores. Resíduos.

1 | INTRODUÇÃO

A Lei 12.305, de 02 de Agosto de 2010, dentre seus objetivos, coloca a integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. A inclusão social dos catadores é, portanto, um importante viés da Política e vai ao encontro das políticas de inclusão social estabelecidas pelo governo federal na última década (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2013).

Para que a lei seja cumprida, primeiramente é preciso implantar nas várias repartições, públicas e privadas, a coleta seletiva, que é uma ação regida por lei e compreende a separação dos materiais recicláveis e reutilizáveis do lixo comum. A inclusão dos catadores é posterior a coleta seletiva, e consiste no repasse dos materiais coletados separadamente aos catadores, para que estes possam proceder a reciclagem, reutilização ou venda, e adquirir renda para seu sustento.

A falta de fiscalização tem contribuído para o descumprimento da legislação no que se refere à inclusão de catadores na atividade de coleta seletiva, sendo este um dos maiores desafios da administração pública na atualidade. Em várias repartições, a coleta seletiva é realizada, porém, os materiais são recolhidos pela coleta de lixo comum, onde os materiais são misturados novamente.

Conforme o Decreto N° 5.940/2006, todos os órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta devem proceder a separação dos resíduos recicláveis na fonte geradora e destiná-los às associações e cooperativas de catadores de materiais recicláveis, devidamente regularizadas (BRASIL, 2006). Entretanto, muitas delas (associações e cooperativas) não possuem a regularização necessária, dificultando o processo de inclusão e cumprimento da legislação, por parte dos órgãos públicos.

A falta de informações acerca do processo de implantação desta ação, aliada a pouca troca de experiências entre órgãos e instituições que conseguem êxito no atendimento à legislação referente ao tema, leva ao retrabalho e a perda de tempo na tentativa de implantação desta atividade, tanto no âmbito público, como no privado.

Neste contexto, este trabalho pretende fazer um relato da experiência da Embrapa Amazônia Oriental, sobre o processo de Implantação da Coleta Seletiva e inclusão dos catadores na atividade, contribuindo com a geração do conhecimento relacionado à temática ambiental. A proposta é apresentar respostas às seguintes perguntas: como foi implantada a coleta seletiva na Embrapa Amazônia Oriental? Como é feito o gerenciamento (coleta, armazenamento e disposição) dos resíduos recicláveis? Como foi efetivada a inclusão dos profissionais catadores no processo?

2 | METODOLOGIA

2.1. Área De Estudo

A Embrapa Amazônia Oriental está localizada na Travessa Dr. Enéas Pinheiro, no Bairro do Marco, em Belém – Pará, onde estão situados os prédios administrativos, salas de pesquisa, laboratórios e duas fazendas experimentais de pesquisa animal

(COUTO, 2013).

De acordo com seu *site*, a Embrapa Amazônia Oriental é uma das 47 unidades descentralizadas da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, e é vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Conta com um quadro de 536 empregados, sendo 230 assistentes, 102 técnicos, 93 analistas e 110 pesquisadores. (*Site da EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL*, 2016).

Sobre sua área de atuação, Couto (2013) diz que a Embrapa Amazônia Oriental desenvolve atividades com espécies frutíferas amazônicas, piscicultura, plantas medicinais, processos agroindustriais, agroclimatologia, sementes florestais, pecuária, entomologia, entre outras linhas de pesquisa (COUTO, 2013).

2.2. Pesquisa Descritiva

Para fazer este relato, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, visitação de Leis, Normas e Decretos em *Sites* oficiais do Governo Federal, para verificar se a atividade de coleta seletiva está atendendo ou não a legislação vigente.

Foi feito o levantamento de Documentos internos da Embrapa Amazônia Oriental, referentes à coleta seletiva, e posterior análise dos mesmos para melhor descrição do processo de implantação da atividade de coleta seletiva e evolução do mesmo.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Legislação que Regem a Atividade de Coleta Seletiva.

A coleta seletiva é regida por leis e normas que precisam ser atendidas. Para implantação da atividade, os órgãos e instituições devem observar a seguinte legislação:

- A **Constituição da República Federativa do Brasil**, Capítulo VI, em seu artigo 225, que trata do Meio Ambiente (BRASIL, 1988).

- A **Lei Nº 9.605/1998**, conhecida como Lei de Crimes Ambientais, que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências (BRASIL, 1998).

- O **Decreto nº 6.514/2008**, que dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências (BRASIL, 2008).

- A **Lei nº 12.305/2010**, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e dispõe sobre seus princípios, objetivos, responsabilidades dos geradores e do poder público, entre outros (BRASIL, 2010).

- O **Decreto nº 5.940/2006**, que institui a separação dos resíduos recicláveis em órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta, e regulariza a sua destinação às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis (BRASIL, 2006).

- A **Resolução CONAMA nº 275, de 25 de Abril de 2001**, que estabelece o código de cores para identificação de coletores dos diferentes tipos de resíduos, a serem utilizados na coleta seletiva (CONAMA, 2001).

3.2. Como foi Implantada a Coleta Seletiva na Embrapa Amazônia Oriental?

Segundo relatórios internos, a coleta seletiva foi implantada na Embrapa Amazônia Oriental durante o projeto “Implantação das Diretrizes Institucionais de Gestão Ambiental nas Unidades da Embrapa” que teve início em 2008. Dentre as ações do projeto estava previsto a implantação da coleta seletiva.

De acordo com Couto (2013), para cumprir esta ação do projeto a Unidade fez um diagnóstico dos resíduos produzidos internamente e distribuiu 15 conjuntos com três coletores cada, nas cores azul, verde e vermelho, para coleta de papel/papelão, vidro e plástico, respectivamente. E com a implantação da coleta seletiva, sentiu-se a necessidade de construção de um galpão, com espaços independentes para armazenamento temporário dos resíduos coletados.

Aliada à necessidade de ter um espaço para ministrar cursos práticos, a Unidade propôs a criação de um núcleo de ações de transferências de tecnologias voltado para a responsabilidade socioambiental. Foi criado o Núcleo de Responsabilidade Socioambiental – NURES. Segundo Andrade et al. (2010), o Nures promove ações de respeito ao meio ambiente, inclusão social e desenvolvimento sustentável, promovendo ações educativas junto a seus clientes, fornecedores, parceiros e funcionários (ANDRADE et al., 2010).

Com o funcionamento do Nures, parte do material coletado na Unidade e armazenada no Geresol se tornava matéria prima e era utilizada em ações de educação ambiental e oficinas de reciclagens e reaproveitamento de resíduos, realizadas pelo Nures.

3.3. Como é Feito O Gerenciamento (Coleta, Armazenamento e Disposição) dos Resíduos Recicláveis?

Os resíduos são coletados internamente pelos empregados do Setor de Gestão de Logística – SGL e depositados no Geresol, separadamente, de acordo com cada bacia de segregação. Quando o Nures precisava, utilizava alguns materiais e o restante era destinado às associações e cooperativas. O SGL e o Nures eram responsáveis pela atividade.

Atualmente, com a instituição da Comissão Interna de Coleta Seletiva, é de sua responsabilidade a organização da coleta seletiva; armazenamento dos recicláveis no Geresol; elaborar e acompanhar o cronograma de remoção de material pelas cooperativas/associações; fiscalizar o cumprimento do contrato com as mesmas; acompanhá-las nas dependências da Unidade e programar ações de educação ambiental voltadas ao tema coleta seletiva.

A comissão é composta por membros do Comitê Local de Gestão Ambiental-

CLGA e pelos empregados do SGL que executam a coleta.

3.4. Como foi Efetivada a Inclusão dos Profissionais Catadores no Processo?

No início da implantação da coleta, para destinar os materiais depositados no Geresol, a Embrapa Amazônia Oriental, através do Nures, convidou algumas cooperativas de Belém para fazerem parte da atividade. Porém, apenas uma cooperativa possuía a documentação exigida pelo Decreto supracitado.

Pensando na dificuldade em estabelecer contato com as poucas cooperativas existentes à época em Belém, a Unidade firmou um Termo de Compromisso com esta cooperativa que estava regularizada, para receber os resíduos gerados na Unidade. Segundo Andrade (2011), o Termo ficou em vigência de 2009 a 2014 (5 anos).

No decorrer dos anos, a coleta seletiva da Embrapa perdeu sua premissa. O Nures deixou de utilizar os materiais, a coleta interna não estava funcionando adequadamente, a cooperativa não comparecia com frequência, quando comparecia não comunicava a equipe responsável pela coleta e deixava muitos materiais espalhados pelo caminho.

Outro fator importante, descrito no Art. 5º do Decreto nº 5.940/2006, é a constituição de uma Comissão para a Coleta Seletiva Solidária, no âmbito de cada órgão e entidade da administração pública federal direta e indireta. A Unidade não possuía uma comissão; havia somente um responsável pelo Termo de Compromisso entre Embrapa e a cooperativa. Apenas em novembro de 2012 foi instituída a Comissão de Coleta Seletiva da Embrapa Amazônia Oriental, através da Ordem de Serviço Interna - OSI nº 124/2012 (EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 2012).

A comissão fez alguns levantamentos internos para a melhoria da coleta seletiva e detectou que o período de 5 anos, firmado no Termo de Compromisso, estava em desacordo com o Decreto nº 5.940/2006, em seu Art. 4º, que recomenda um período consecutivo de seis meses, após este período, outra cooperativa/associação deveria assumir a coleta.

A Comissão resolveu aguardar o término do Termo de Compromisso existente, e então fazer um novo processo de seleção e habilitação de cooperativas e associações de catadores para a remoção dos Resíduos do Geresol.

Como não existe uma modalidade licitatória para esse tipo de contratação, foi escolhido o Chamamento Público, obedecendo aos preceitos legais do Decreto nº 5.940/2006. O Chamamento Público foi veiculado em jornal de ampla circulação, *Site* da Embrapa Amazônia Oriental e em quadros de avisos internos, possibilitando a maior participação por parte das associações e cooperativas.

As cooperativas/associações deveriam atender aos seguintes requisitos: 1 - Estar formal e exclusivamente constituídas por catadores de materiais recicláveis que tenham a catação como única fonte de renda; 2 - Não possuir fins lucrativos; 3- Possuir estrutura para realizar a triagem e a classificação dos resíduos recicláveis; 4- Praticar a divisão da renda, com a venda dos materiais coletados, entre os associados/

cooperados.

Para participar do pleito as cooperativas/associações interessadas deveriam entregar os seguintes documentos na sede da Embrapa Amazônia Oriental: 1- Ficha de Inscrição; 2- Estatuto Social; 3- Declaração de Infraestrutura para a realização da triagem e classificação dos resíduos recicláveis; e 4 - Credenciamento do representante legal, com a apresentação dos documentos pessoais do mesmo.

Compareceram três concorrentes ao pleito. Todos os documentos entregues foram analisados pela Comissão Interna de Coleta Seletiva, em seguida, foi emitida a listagem das entidades habilitadas. Foi concedido o prazo regulamentar de 3 dias úteis para a apresentação de recurso, caso alguma cooperativas/associações se sentissem lesadas com o resultado da Seleção.

Como não houve apresentação de recursos por terceiros, e o decreto permite habilitar até quatro entidades, todas as cooperativas/associações participantes do pleito foram habilitadas.

Baseado no Art. 4º do Decreto nº 5.940/2006, as cooperativas firmaram acordo em permanecer em sistema de rodízio, havendo a troca a cada dois meses. Foi feito o sorteio da ordem de início dos trabalhos entre as três cooperativas/associações. O acordo foi acatado pela Comissão responsável pelo pleito e foi finalizado o processo de seleção, sendo o ato e a ordem de início dos trabalhos registrados em ata.

A Comissão Interna de Coleta Seletiva elaborou o cronograma de revezamento das cooperativas/associação para retiradas de resíduos do Geresol, conforme o acordo entre as partes. Foi firmado o Termo de Compromisso entre a Embrapa e as associações/cooperativas, individualmente, sendo a responsabilidade de remoção dos resíduos de 6 meses, não consecutivo, para cada cooperativas/associações. Devido ser praticado o sistema de rodízio bimestral, entre as três, o Termo de Compromisso terá, portanto, uma vigência de 18 meses.

3.4. Melhoria na Rotina da Coleta Seletiva

Selecionada as cooperativa/associações, a Unidade precisava melhorar a rotina da coleta seletiva, pois haviam muitos problemas.

Foi realizado o acompanhamento dos empregados durante algumas coletas nos setores, para identificação dos pontos críticos da atividade. O Comitê Local de Gestão Ambiental – CLGA reuniu com a Comissão Interna de Coleta Seletiva, por várias vezes, com pauta exclusiva sobre o tema coleta seletiva, com o objetivo de levantar os problemas, avaliar e propor soluções aos problemas levantados. O quadro 1 apresenta o resultado deste trabalho.

Problemas apontados	Soluções propostas	Situação atual
Comissão de Coleta Seletiva não atuante.	- Renovar a Comissão incluindo como membros os representantes do CLGA e empregados do Setor de Gestão de Logística - SGL que executam a coleta interna.	-A comissão foi renovada, conforme a recomendação, pela OSI nº 10/2016 (EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 2016). -Reuniões periódicas são realizadas em conjunto com o CLGA, sobre o tema Coleta Seletiva.
Falta de rotina, pessoal e transporte para a coleta interna.	- Definir um dia da semana para a coleta interna. -Solicitar ao Setor de Máquinas e Veículos – SMV e ao SGL a indicação de empregados para atuar na Coleta Seletiva. -Solicitar ao SMV a liberação de um carro com carroceria para a coleta.	- Foi determinado as segundas-feiras pela manhã, o dia oficial da coleta seletiva interna. - Os empregados indicados pelo SGL e SMV foram incluídos na OSI nº 10/2016. - A coleta seletiva entrou na programação e distribuição dos trabalhos das equipes dos setores SMV e SGL. - A Coleta Seletiva está sendo realizada às segundas-feiras, conforme o estipulado.
Quantidade e tipo de coletores insuficientes e inadequados para a Unidade.	- Solicitar aquisição de novos coletores.	- Solicitação não atendida por falta de recursos.
Coletores para papel colocados em locais externos, propenso a chuva.	- Colocar novos coletores para papeis, dentro dos prédios.	- Foram disponibilizadas, em todos os prédios, caixas de papelão devidamente identificadas com a inscrição “Coleta Seletiva – Somente Papel”.
Coleta inadequada com materiais não recicláveis sendo misturados nas seletivas.	- Realizar ações de educação ambiental.	-Foram confeccionados cartazes informativos sobre a coleta. - Os cartazes foram afixados na parede logo acima das caixas que foram distribuídas para coleta de papel. -Foram feitos comunicados sobre o funcionamento da coleta seletiva nos murais e jornal interno “CI-Diário”.
Os empregados que faziam a coleta não entravam em todos os prédios, só onde havia os coletores externos.	- Foi determinado que os pontos para a coleta, seriam as caixas distribuídas. -Os empregados que fazem a coleta foram apresentados em todos os setores para reconhecerem onde ficam os pontos de coleta.	- Os empregados que fazem a coleta estão passando em todos os prédios. - Outros materiais recicláveis estão sendo entregues a eles durante a coleta.

<p>Falta de acompanhamento durante a vinda das cooperativas, que ao retirarem os resíduos do Geresol deixavam muito material espalhados no chão.</p>	<p>-Foi solicitado às cooperativas/associações que comunicassem com antecedência sua vinda ao Geresol.</p> <p>- Foi solicitado à portaria que sempre que a cooperativa chegue, o SGL seja avisado, para que um dos empregados responsáveis pela coleta possa acompanhar às cooperativas e associações durante a remoção de materiais no Geresol.</p>	<p>-Aremoção de resíduos pelas cooperativas/associações está sendo acompanhada e monitorada internamente.</p> <p>- Foi elaborado um documento que é emitido às cooperativas, antes do início do seu período de remoção, para que elas fiquem cientes que nos próximos dois meses os materiais estarão disponíveis para aquela cooperativa/associação.</p>
<p>Disposição inadequada de resíduos no Geresol - lixo comum eram jogados por terceiros e por empregados desorientados sobre o processo interno.</p>	<p>- Foi decidido colocar cadeados nas portas do Geresol.</p> <p>- Foram repassadas informações nos murais e Jornal interno “CI-Diário” para que os empregados aguardassem a coleta nos setores</p> <p>-Foi realizado um mutirão de limpeza e organização do Geresol.</p>	<p>- As portas do Geresol foram fechadas com cadeados e são abertas apenas durante a coleta interna e durante a remoção dos materiais pelas cooperativas/associações.</p> <p>- O Geresol está mais organizado.</p>
<p>Falta de controle dos resíduos que saíam do Geresol – o material não era contabilizado.</p>	<p>- Foi decidido pesar todo o material que é entregue às cooperativas/associações.</p> <p>-Foi exigido que as cooperativas/associações emitam a declaração de destinação dos resíduos, com o peso total do material removido.</p>	<p>- Controle mais efetivo da quantidade de material que sai do Geresol.</p>
<p>Falta de entendimento entre os empregados da Unidade e a equipe de limpeza da empresa terceirizada sobre a responsabilidade e a forma de coleta dos resíduos diversos.</p>	<p>- Foi realizado curso sobre coleta seletiva, com informações sobre as responsabilidades e funcionamento da atividade.</p>	<p>- A coleta está mais organizada, não havendo dúvidas sobre os procedimentos e responsabilidades dos envolvidos na atividade</p>

Quadro 1 - Principais problemas apontados nas reuniões e vistorias, soluções propostas e situação atual da Coleta Seletiva na Embrapa Amazônia Oriental.

4 | CONCLUSÕES

A atividade de coleta seletiva deve ser um trabalho contínuo e precisa ser acompanhado por uma equipe, para não retroceder. Por isto, é fundamental instituir a Comissão Interna de Coleta Seletiva, para que esta possa efetivar a atividade e tomar as providências necessárias.

Na Embrapa Amazônia Oriental, a comissão foi renovada pela OSI nº 10/2016 (EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 2016), tendo duração permanente. Isto indica

uma ação continuada e a preocupação da Embrapa com a coleta seletiva e inclusão dos profissionais catadores.

De acordo com Couto, et al. (2013), a Embrapa atende as principais legislações referentes a coleta seletiva sendo citadas a Resolução N° 275/2001 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), a Lei 12.305/2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Decreto N° 5.940/2006. Isto foi observado durante este trabalho.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. C. da S.; NERY, A. P.; SILVA, D. da F. **Núcleo de responsabilidade socioambiental da Embrapa Amazônia Oriental**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2010. 13p.

ANDRADE, A. C. da S. **Relatório de fiscalização do cumprimento do objeto do termo de compromisso n° SAIC AJU 22500.10/0019-0 celebrado entre Embrapa Amazônia Oriental e Associação dos Recicladores das Águas Lindas – Aral**. [s.n.]. Não paginado. Relatório Interno apresentado à chefia da Embrapa Amazônia Oriental. Belém – PA, 2011.

COUTO, H. A. R. **Implantação do Sistema de Gestão Ambiental no âmbito Público: relato de caso da Embrapa Amazônia Oriental**. In SIMPÓSIO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS NA AMAZÔNIA, 2., 2013. Belém, PA. *Anais...* Belém, PA: Universidade do Estado do Pará, Centro de Ciências Naturais e Tecnologia, 2013. v. 2, p. 157-166.

COUTO, H. A. R.; PEREIRA, A. L. S.; ALMEIDA, A. K. L.; SILVA, E. M. S. **Gestão Ambiental na Embrapa Amazônia Oriental: gerenciamento de resíduos sólidos**. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE METODOLOGIAS E GESTÃO DE LABORATÓRIOS, 18.; SIMPÓSIO SOBRE PROCEDIMENTOS ANALÍTICOS E A RASTREABILIDADE DOS RESULTADOS NA AGROPECUÁRIA, 5., 2013, Salvador. O mundo atrás da bancada: trabalhos apresentados. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2013. p. 28. 1 CD-ROM.

EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, **Ordem de Serviço Interno n° 124/2012**. [s.l.: s.n. 2011]. Não paginado. Documento interno emitido pela chefia da Embrapa Amazônia Oriental. Belém – PA. 2011.

EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, **Ordem de Serviço Interno n° 10/2016**. [s.l.: s.n. 2016]. Não paginado. Documento interno emitido pela chefia da Embrapa Amazônia Oriental. Belém – PA. 2016.

BRASIL. Congresso Nacional. **Constituição da República Federativa do Brasil**, de 05 de outubro de 1988. Brasília, DF, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm>. Acesso em: 01 de setembro. 2016. Citação (BRASIL, 1988).

BRASIL. Congresso Nacional. **Lei n. 9.605, de 12 de Fevereiro de 1998**. Brasília, DF, 1998. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9605.htm>. Acesso em: 15 de setembro. 2016. Citação (BRASIL, 1998).

BRASIL. Congresso Nacional. **Decreto n° 6.514, de 22 de julho de 2008**. Brasília, DF, 2008. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6514.htm>. Acesso em: 15 de setembro. 2016. Citação (BRASIL, 2008).

BRASIL. Congresso Nacional. **Decreto n° 5.940, de 25 de Outubro de 2006**. Brasília, DF, 2006. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Decreto/D5940.htm>. Acesso em: 15 de setembro. 2016. Citação (BRASIL, 2006).

BRASIL. Congresso Nacional. **Lei n° 12.305, de 2 de Agosto de 2010**. Brasília, DF, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm>. Acesso em: 03 de outubro. 2016. Citação (BRASIL, 2010).

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 275, de 25 de Abril de 2001**. Brasília, DF, 2001. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=291>>. Acesso em: 03 de setembro. 2016. Citação (BRASIL, 2001).

EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL. **Apresentação da Empresa**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/amazonia-oriental/apresentacao>>. Acessado em outubro de 2016.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Vamos cuidar do Brasil. 4ª Conferência Nacional de do Meio Ambiente: Resíduos Sólidos**. Texto Orientador. 2ª Edição. Brasília. 2013. 45p. Disponível em: http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80054/Livreto_CNMA_texto-orientador-FINAL.pdf.> Acessado em outubro de 2016.

CONSIDERAÇÕES AMBIENTAIS E CLIMÁTICAS SOBRE AS ARBOVIROSES EMERGENTES NO BRASIL

Marcelo Alves Farias

Instituto Evandro Chagas, Seção de Arbovirologia
e Febres Hemorrágicas
Ananindeua – PA.

Keissy Karoline Pinheiro Miranda

Instituto Evandro Chagas, Seção de Arbovirologia
e Febres Hemorrágicas
Ananindeua – PA.

RESUMO: Os Arbovírus são vírus essencialmente transmitidos por artrópodes hematófagos e que podem apresentar caráter patogênico, causando doenças conhecidas como arboviroses em humanos. Podem ser encontrados em quase todos os continentes, predominando em regiões de climas tropicais como no Brasil. A Região Amazônica, devido sua grande biodiversidade, apresenta condições ambientais ótimas para a manutenção desses microrganismos. Por conta da importância em saúde pública desse grupo viral, este trabalho foi construído realizando revisão bibliográfica qualitativa por meio de pesquisa filtrada do tipo exploratória em informações contidas na bibliografia disponível nos últimos 18 anos na base de dados eletrônica do Google Acadêmico, Scientific Electronic Library Online (SCIELO), e de livros do acervo da biblioteca do Instituto Evandro Chagas (IEC) sobre o tema. Contudo, trabalhos realizados em outras épocas, com

assuntos correlacionados foram utilizados. A partir da análise dos achados foi possível discutir acerca da acelerada adaptação dos arbovírus e de seus vetores as alterações ambientais, propagando os agravos à saúde com mais velocidade. Adicionalmente, as pressões ambientais levam à seleção de linhagens de vírus que causam viremias mais intensas e, conseqüentemente, maior patogenicidade de doenças. Fatores como mudanças climáticas, migração populacional e precariedade das condições sanitárias favorecem a amplificação e a transmissão desses vírus, pois podem interferir na biologia dos insetos e na transmissão dos agentes patogênicos a eles associados. O desequilíbrio do ecossistema amazônico pode levar ao surgimento de um maior número de doenças que estão relacionadas com o inadequado manejo dos ecossistemas naturais, contribuindo para o aparecimento de diversos arbovírus.

PALAVRAS-CHAVE: Arbovírus. Arboviroses. Mudança Climática. Impacto Ambiental.

ABSTRACT: The arboviruses are essentially virus transmitted by hematophagous arthropods and that can present character pathogenic, causing disease known as arboviroses in humans. They can be found in almost all continents, predominantly in regions of tropical climates such as in Brazil. The Amazon

Region, due to its great biodiversity, presents optimal environmental conditions for the maintenance of these microorganisms. Because of the importance in public health in this group viral, this study was built performing qualitative bibliographic review through the exploratory filtered search on information contained in the bibliography available in the last 18 years on the basis of electronic data from Google Scholar, Scientific Electronic Library Online (SCIELO), and books from the library of the Institute Evandro Chagas (IEC) about the theme. However, studies carried out in other times, with subjects correlated were used. From the analysis of the findings it was possible to discuss about the accelerated adaptation of the arboviruses and their vectors to environmental changes, propagating the health aggravations with more speed. Additionally, the environmental pressures lead to the selection of strains of viruses that cause more intense viremias and, consequently, higher pathogenicity of diseases. Factors such as climate change, population migration and precarious sanitary conditions favor the amplification and transmission of these viruses, as they may interfere with the biology of insects and the transmission of pathogens associated with them. The instability of the Amazonian ecosystem can lead to the emergence of a greater number of diseases that are related to the inadequate management of the natural ecosystems, contributing to the appearance of several arboviroses.

KEYWORDS: Arboviruses. Arbovirus Infections. Climate Change. Environmental Impact.

1 | INTRODUÇÃO

Os vírus são microrganismos extremamente simples que não possuem organização celular, metabolismo próprio e só conseguem se reproduzir no interior de células hospedeiras vivas, o que caracteriza o seu parasitismo intracelular obrigatório, causando doenças no ser humano e em outros seres vivos. Quando fora das células são inertes, capazes de cristalizar-se. Constituem um grupo numeroso e heterogêneo, classificados em categorias hierárquicas baseadas em várias características. A classificação é dinâmica, já que novos vírus estão sendo continuamente descobertos e novas informações se acumulam sobre os vírus já conhecidos (SANTOS; ROMANOS; WIGG, 2015).

Os arbovírus, termo originado da expressão inglesa *Arthropod Borne Virus*, são vírus essencialmente transmitidos por artrópodes hematófagos, como mosquitos e carrapatos, onde parte de seu ciclo replicativo ocorre nesses animais (WHO, 1985). São mantidos em natureza por meio de ciclos complexos, dos quais participam numerosas espécies de vertebrados silvestres e insetos hematófagos. Esses ciclos enzoóticos usualmente ocorrem em ambiente silvestre e costumam passar despercebidos, ganhando atenção quando as pessoas se infectam ao penetrarem nessas áreas, ou quando ocorre uma extensão da atividade viral dessas áreas para locais habitados pelo homem, onde este passa a ser o reservatório destes microrganismos quando

infectado, podendo ocorrer de forma endêmica ou epidêmica e representando sérios problemas de saúde pública (VASCONCELOS et al., 2015).

Os arbovírus mais importantes para a saúde humana são os transmitidos por culicídeos, principalmente dos gêneros *Culex* e *Aedes*, embora existam arbovírus transmitidos por outros artrópodes (WEAVER; REISEN, 2010). Segundo VASCONCELOS et al., 2015, os hospedeiros vertebrados que participam dos ciclos de transmissão dos arbovírus são representados, principalmente, por animais silvestres como aves, roedores, marsupiais, primatas, edentados, morcegos, répteis e, possivelmente outros, ao passo que os hospedeiros invertebrados podem ser culicíneos, anofelíneos, flebotomíneos, culicídeos (maruins) e carrapatos.

A classificação físico-química desses vírus, considerada o sistema universal de classificação, baseia-se nas propriedades físico-químicas dos mesmos, bem como em sua morfologia, replicação e relações antigênicas, sendo assim distribuídos em famílias, gêneros e grupos (CASALS, 1957). Dessa forma, segundo esta classificação, a maioria dos arbovírus atualmente registrados encontra-se distribuída dentro de seis famílias: *Peribunyaviridae*, *Flaviviridae*, *Reoviridae*, *Rhabdoviridae*, *Togaviridae* e *Asfaviridae*. Nas cinco primeiras famílias dessa classificação encontramos a maior parte dos arbovírus de importância em saúde humana. Alguns deles, como o Vírus Dengue (VDEN), o Vírus da Febre Amarela (VFA), o Vírus Oropouche (VORO), o Vírus Mayaro (VMAY), o Vírus Zika (VZIKA) e o Vírus Chikungunya (VCHIK), são todos arbovírus transmitidos por mosquitos e considerados importantes desafios para a saúde pública no atual contexto epidemiológico, com potencial de disseminação no país. (LOPES; LINHARES; NOZAWA, 2014; DONALISIO; FREITAS; ZUBEN, 2017).

Esses vírus podem se multiplicar em tecidos e ficar armazenados no corpo de artrópodes e por vezes proliferar sem efetuar danos ao ocasionar infecções inaparentes aos mesmos ou podem apresentar caráter patogênico, causando doenças em humanos e outros animais de sangue quente, ocasionando infecções clínicas e subclínicas que se manifestam sob a forma de encefalites, febres benignas de curta duração, febres hemorrágicas e poliartrite acompanhada ou não de erupção cutânea, conforme o tipo de arbovírus responsável pela infecção. Esses quadros clínicos são de gravidade variada, dependentes das condições biológicas do hospedeiro e podem apresentar outros sintomas intermediários (MANIERO et al., 2016).

Família	Vírus	Sigla	Genoma	Doença
<i>Flaviviridae</i>	Dengue	VDEN	Não segmentado de fita simples e com polaridade positiva	Febre hemorrágica
	Febre Amarela	VFA		
	Zika	VZIKA		Doença febril, doença neurológica
<i>Togaviridae</i>	Mayaro	VMAY	Não segmentado de fita simples e com polaridade positiva	Doença febril e artralgia
	Chikungunya	VCHIK		
<i>Peribunyaviridae</i>	Oropouche	VORO	Segmentado, fita simples, com polaridade negativa	Febre hemorrágica, doença neurológica

Tabela 1 - Principais arbovírus emergentes e reemergentes no Brasil.

Fonte: VASCONCELOS et al., 1992; FIGUEIREDO, 2007; LOPES; LINHARES; NOZAWA, 2014.

Estes vírus possuem uma ampla distribuição geográfica e fazem parte de um subsistema ecológico especial representado pelos vírus, vetores, hospedeiros amplificadores e reservatórios. Apesar de serem encontrados em quase todos os continentes, tanto em regiões temperadas como em tropicais, apresentam predominância nestas últimas, certamente por oferecerem condições ecológicas mais favoráveis, haja vista que nos trópicos os vetores coexistem com os hospedeiros vertebrados em todas as estações do ano. Contudo, assinala-se a presença de arboviroses em regiões de clima frio (VASCONCELOS et al., 2015).

O Brasil está situado em uma área de clima predominantemente tropical, sendo um local adequado para a propagação contínua dos arbovírus e, portanto, para a ocorrência de arboviroses. São reconhecidos cerca de 220 tipos diferentes de arbovírus e de seletos vírus de vertebrados isolados em amostras brasileiras dos quais 205 foram isolados na Amazônia pelo Instituto Evandro Chagas e 34 destes estão associados a infecções humanas nessa região (CASSEB et al., 2013; VASCONCELOS et al., 2015). Uma vez que na Amazônia brasileira coabitam em número bastante elevado várias espécies de dípteros hematófagos e vertebrados silvestres em suas extensas florestas, esta diversidade faunística somada às condições climáticas favoráveis constituem um achado único no mundo e propiciam condições ambientais bastante favoráveis à manutenção desses vírus em natureza, tornando-a uma das maiores reservas desses tipos de vírus do globo (CASSEB et al., 2013).

Das espécies de arbovírus encontradas na região amazônica responsáveis por infecções humanas nesta área, quatro tipos são as mais comuns e representam grande problema de saúde pública: VDEN, VFA, VORO e VMAY, sendo os dois primeiros os únicos associados com quadros fatais até o momento. Outras importantes arboviroses são as relacionadas ao Vírus Rocio (VROC) e as associadas a encefalites, que nessa região tem como representantes os Vírus das Encefalites Equinas do Leste, Oeste e Venezuelana (VEEL, VEEO e VEEV respectivamente), e o Vírus da Encefalite de Saint

Louis (VESL) (CASSEB et al., 2013; VASCONCELOS et al., 2013).

Dessa forma, houve uma ampliação da discussão a respeito dos determinantes das arboviroses nos últimos anos, relacionados ao vetor (mosquito), ao hospedeiro (ser humano ou outro primata) e ao ambiente. Além disso, abordagens pertinentes no âmbito de saúde pública devem ser mais amplamente discutidas. Sendo assim, o atual cenário da emergência e reemergência de arboviroses em várias regiões brasileiras, o grande número de arbovírus isolados em amostras amazônicas, a fragilidade ambiental de extensas áreas do seu ecossistema e a expansão do vírus da febre amarela para áreas antes não consideradas como de risco serviram de motivação para a realização deste artigo.

2 | METODOLOGIA

Este trabalho baseou-se em uma revisão bibliográfica qualitativa através de uma pesquisa filtrada do tipo exploratória de informações contidas na bibliografia existente na base de dados eletrônica do Google Acadêmico, da Scientific Electronic Library Online (SCIELO), e de livros do acervo da Biblioteca do Instituto Evandro Chagas sobre o tema em questão, utilizando as palavras-chave: Arbovírus, Arboviroses, Impacto Ambiental, Mudança Climática e Aquecimento Global em associações.

O critério prioritário de inclusão foram os trabalhos científicos publicados na íntegra, no período de janeiro de 2000 a março de 2018, com escopo investigativo sobre a emergência e a reemergência de arboviroses no Brasil e em particular na Região Amazônica. Adicionalmente, trabalhos realizados em outras localidades e épocas, com assuntos correlacionados também foram utilizados.

Para interpretar as informações de interesse, cada achado selecionado foi analisado conforme a qualidade e deles coletadas as informações relevantes que descrevem o escopo e/ou objeto deste artigo.

3 | DISCUSSÃO

3.1 Considerações Gerais Sobre a Emergência de Arboviroses no Brasil

Segundo Neto et al. (2016a), as razões que justificam a rápida disseminação das arboviroses atualmente são complexas e não satisfatoriamente esclarecidas. Porém, pode-se afirmar que além de fatores intrínsecos relacionados à própria patogenicidade dos agentes, mudanças climáticas, demográficas e sociais têm contribuído para esse processo, favorecendo a transmissão e a amplificação dos vírus causadores dessas doenças. Em especial, o aumento do fluxo de pessoas entre países parece ter sido determinante na introdução de vírus nas Américas, como é o caso do VCHIK e do VZIKA (HONÓRIO et al., 2015; FARIA et al., 2016).

Com relação aos fatores demográficos, temos o crescimento urbano ocorrido no país nas últimas décadas, impulsionado pelo desenvolvimento econômico, e que afetou negativamente a saúde da população, principalmente pelo planejamento inadequado de novas áreas habitacionais que foram surgindo ao longo dos anos, favorecendo assim a emergência de potenciais vetores geradores de arboviroses na população (LIMA-CAMARA, 2016).

Estudos de arbovírus realizados em muitas áreas da Amazônia brasileira já identificaram um grande número de vírus nessa região, como citado anteriormente. Esse número tão grande de isolados se deve ao fato de que esta região contém uma diversidade impressionante de artrópodes e vertebrados terrestres e arbóreos e uma variedade essencialmente infinita de condições ecológicas (VASCONCELOS et al., 2001). Contudo, apesar do conhecimento da significativa ocorrência de diversos arbovírus na região amazônica, muitos casos, presumivelmente arboviroses, permanecem sem diagnóstico, provavelmente por causa de suas manifestações clínicas, geralmente leves e autolimitadas (LOPES; LINHARES; NOZAWA, 2014).

Adicionalmente, trabalhos recentes mencionam a observação do estabelecimento definitivo do mosquito do gênero *Aedes* nas Américas, associado a mudanças climáticas, desmatamentos, urbanização desorganizada, inchaço das cidades, ausência de água e saneamento básico e deslocamentos populacionais. Esses fatores definem os caminhos de doenças, influenciados pela pressão da mutação viral e de adaptações genéticas dos vírus a hospedeiros, vetores e novos ambientes (DONALISIO; FREITAS; ZUBEN, 2017; AVELINO-SILVA; RAMOS, 2017; LIMA-CAMARA, 2016).

3.2 Implicações Ambientais

Dentre as alterações introduzidas pelo homem que têm sido associadas à emergência ou reemergência de arbovírus no território brasileiro, destacam-se o excessivo desmatamento, a exploração do subsolo, a construção de hidrelétricas e a abertura de rodovias, a colonização humana, a urbanização não planejada, a expansão agrícola, o ecoturismo e os desastres ambientais (VASCONCELOS et al., 2001; BATISTA et al., 2012). No caso das doenças infecciosas, os mecanismos de produção de agravos e óbitos são ainda mais indiretos e mediados por inúmeros fatores não só ambientais como também sociais. Diversas doenças, principalmente as transmitidas por vetores, são limitadas por variáveis ambientais como, temperatura, umidade, padrões de uso do solo e de vegetação (BRASIL, 2008). Um desequilíbrio do ecossistema amazônico, por exemplo, pode levar ao surgimento de um maior número de doenças que estão relacionadas com o inadequado manejo dos ecossistemas naturais, contribuindo para o aparecimento de diversos arbovírus, alguns deles responsáveis por importantes problemas de saúde pública regional e nacional (VASCONCELOS et al., 2001).

Segundo Neto et al., (2016a), a urbanização acelerada sem planejamento

apropriado na maioria dos países em desenvolvimento está intimamente relacionada com o aumento das infecções pelo VDEN ao expandir o habitat dos seus mosquitos vetores primários, principalmente o *Aedes aegypti*, em áreas densamente povoadas, aproximando vetores e populações suscetíveis. Adicionalmente, há evidências que sugerem que a dispersão e/ou a manutenção de doenças veiculadas por essa espécie de artrópode está estreitamente relacionada à precariedade dos serviços de saneamento básico e abastecimento de água (CAVALCANTI; TIMERMAN, 2016).

A construção de hidrelétricas é um dos pontos-chave no contexto amazônico atual, já que esta região concentra a maioria dos rios que podem ainda ser aproveitados para a geração de energia elétrica para o país. No passado, em estudos realizados na hidrelétrica de Tucuruí, no Estado do Pará, durante as décadas de 70 e 80, após o alagamento da área da usina, mais de um milhão de mosquitos e flebotomíneos foram capturados, sendo isolado um grande número de arbovírus a partir desses artrópodes, alguns desses, inclusive, novos para a ciência, o que ressalta que os impactos antrópicos em ecossistemas locais têm se mostrado muito mais significativos para as doenças transmitidas por mosquitos (DÉGALLIER; TRAVASSOS DA ROSA; VASCONCELOS, 1994; VASCONCELOS et al., 2001). Adicionalmente, as histórias de três doenças no território nacional - malária, dengue e febre amarela - revelam que o clima raramente tem sido o principal determinante de sua prevalência ou alcance, tendo as atividades humanas e seu impacto na ecologia local geralmente muito mais significância (REITER, 2001).

Observou-se recentemente no Brasil a reemergência da febre amarela em humanos e a morte de primatas não humanos (PNH) em diversas regiões e em vários estados, como no estado do Pará. A febre amarela é uma doença infecciosa viral aguda grave, endêmica em regiões da África e da América do Sul. Trata-se de uma arbovirose categorizada epidemiologicamente de forma urbana e silvestre, que diferem entre si pelo local de ocorrência e a natureza dos transmissores e dos hospedeiros (VASCONCELOS, 2003; CAVALCANTE; TAUIL, 2016). Na doença urbana o homem não imune passa a ser um hospedeiro com importância epidemiológica ao penetrar em área enzoótica, e na forma silvestre, os PNH são os principais hospedeiros. É notória a grande importância da febre amarela no país e de outras arboviroses.

Os registros de transmissão atuais de casos humanos e epizootias em PNH em uma ampla área do território nacional tiveram início na região Norte, entre 2014/2015, com posterior expansão no sentido leste e sul do país, onde afetou prioritariamente a região Centro Oeste entre 2015/2016. Mais recentemente, entre 2016/2017, foi registrado o surto mais expressivo no Brasil, que afetou principalmente os estados da região Sudeste, quando foram registrados 779 casos humanos e 262 óbitos, além de 1.659 epizootias por febre amarela no país (BRASIL, 2018b).

No final do mês de fevereiro de 2017, foi registrada primeira morte de PNH, após início da epizootia nacional, em Belém, Pará, em um parque estadual de visitação pública, sendo confirmada infecção no PNH pelo VFA. A ocupação urbana desordenada

na cidade advinda do incremento populacional dos últimos anos teve como fator agravante a fragilidade ambiental de extensas áreas ocupadas, com repercussões nos aspectos de saneamento, saúde e qualidade de vida de modo geral (CARDOSO, 2007).

Essas pressões ambientais levam à seleção de linhagens de vírus que causam viremias mais intensas e, conseqüentemente, maior patogenicidade de doenças como é o caso do VCHIK e do Vírus do Oeste do Nilo, um arbovírus da família *Flaviviridae*. Esses vírus possuem alta capacidade de se adaptarem, emergirem e se estabelecerem em novas áreas geográficas, sugerindo que novos e velhos vírus potencialmente podem ressurgir. (DONALISIO; FREITAS; ZUBEN, 2017).

3.3 Mudanças Climáticas

Entende-se por mudanças climáticas a variação significativa de determinado parâmetro do clima, em escala global ou de climas regionais, que persiste por um período extenso de tempo. Essas mudanças envolvem alterações na composição da atmosfera como as de causas antropogênicas e podem ter impactos significativos, com diferenças entre as regiões do mundo. Tais impactos podem repercutir na saúde da população e seus efeitos indiretos estão relacionados às influências na propagação de doenças transmitidas por vetores, mais frequentes nos países de clima tropical, e que aparecem como um dos principais problemas de saúde pública que podem decorrer do aquecimento global (GALATI et al., 2015).

Com relação a influencia das mudanças climáticas e alterações ambientais no aparecimento de arboviroses, temos os seus vetores sensíveis a mudanças de temperatura e exposição a condições extremas. Rueda et al. (1990), pesquisaram a relação entre o tempo de desenvolvimento de mosquitos e a variação de temperatura e concluíram que mosquitos podem reduzir em até um dia e meio o seu tempo de desenvolvimento quando a temperatura aumenta em 2 °C. Dessa forma, o aquecimento global poderia aumentar a densidade da população de adultos desses insetos, proporcionando contato mais frequente entre vetores e hospedeiros (humanos ou animais) e, conseqüentemente, aumentando a disseminação dessas doenças.

Nesse contexto, destacamos novamente o VDEN, transmitido por mosquitos do gênero *Aedes*, que provoca a doença de mesmo nome e é reconhecida como a arbovirose de maior importância no mundo atual. Bhatt et al. (2013), estimaram que anualmente cerca de 390 milhões de pessoas são infectadas por este arbovírus. No território brasileiro, é a arbovirose responsável pelo maior número de casos e mortes, representando grande impacto para a saúde pública, apesar de outros arbovírus também estarem associados a surtos e/ou epidemias, como é o caso dos já mencionados na tabela anterior. Atualmente, a doença é endêmica em mais de 120 países, sendo que nas Américas, o Brasil responde por cerca de 70% do total de casos notificados a cada ano (NETO et al., 2016a).

Em 2018, até a Semana Epidemiológica (SE) 7 (31/12/2017 a 17/02/2018), foram registrados 32.161 casos prováveis de dengue no país, com uma incidência de 15,5 casos/100 mil habitantes, tendo a Região Norte notificando 2.983 desses casos (BRASIL, 2018a). É considerada a principal doença reemergente nos países tropicais e subtropicais e o aquecimento global do planeta tem gerado uma preocupação adicional sobre a possível expansão da área atual de incidência de algumas doenças transmitidas por insetos. Uma vez que os fatores climáticos interferem na biologia dos vetores e na transmissão dos agentes patogênicos a eles associados, em situação de aquecimento global, podem ocasionar aumento da incidência de dengue e de outras arboviroses (TAUIL, 2002).

Em 2015, a epidemia da febre do VZIKA, arbovírus transportado pelo mesmo gênero de mosquitos que transmitem outras febres hemorrágicas, no estado da Bahia, assumiu aspectos alarmantes de saúde pública. Essa epidemia parece ser um exemplo recente de como as intervenções humanas sobre o meio ambiente, no sentido mais amplo, podem favorecer organismos portadores de doenças, como o *Aedes*, e os vírus que eles trazem consigo (CAMPOS; BANDEIRA; SARDI, 2015). Atualmente, até a SE 7, foram registrados 705 casos prováveis de febre por este vírus no país, com taxa de incidência de 0,3 caso/100 mil habitantes, sendo 117 confirmados até o momento (BRASIL, 2018a).

3.4 Desafios no Controle das Arboviroses

Uma aceitação de que determinantes biológicos, socioeconômicos e ambientais estão associados à dispersão da maioria das arboviroses ocasionou mudanças na forma do controle dessas doenças, exigindo estratégias de caráter intersetorial que transcendem as ações exclusivas de controle químico dos seus vetores. Mesmo antes da introdução de vírus como o VCHIK e do VZIKA nas Américas e no Brasil entre 2013 e 2015, com registro de grandes epidemias, já havia consenso de que o modelo tradicional de controle vetorial não era capaz de impedir isoladamente a expansão geográfica de outras arboviroses, como a dengue, para áreas até então indenes (NETO et al., 2016a; 2016b). Um fator importante que sustenta esse contexto seria que os vetores e hospedeiros dessas doenças convivem no mesmo ambiente, tendo essas arboviroses se tornado importantes e constantes ameaças em regiões tropicais, onde os ciclos de transmissão ocorrem ao longo de todas as estações climáticas.

As mudanças climáticas podem produzir impactos sobre a saúde humana por diferentes vias. Muitas vezes, esse impacto é indireto, sendo mediado por alterações no ambiente como a alteração de ecossistemas e de ciclos biogeoquímicos, que podem aumentar a incidência de doenças infecciosas. As flutuações climáticas sazonais produzem um efeito na dinâmica das doenças vetoriais como, por exemplo, a maior incidência da dengue no verão e da malária durante o período de estiagem na Amazônia. Eventos extremos introduzem considerável flutuação que podem afetar

a dinâmica das arboviroses, representando um grande desafio à saúde pública, devido às mudanças climáticas e ambientais e aos desmatamentos que favorecem a amplificação, a transmissão viral, além da transposição da barreira entre espécies (LOPES; LINHARES; NOZAWA, 2014).

A variação sazonal do VEEL, por exemplo, bem como de outras arboviroses, está associada a uma determinada faixa de temperatura, a quantidade de chuvas, e outros fatores ambientais que determinam a presença de vetores no Brasil e no mundo (SILVA et al., 2011), sugerindo que esses fatores devem ser considerados na criação de alternativas de controle dessas doenças. Para a malária, uma protozoose transmitida por mosquitos anofelinos, podemos citar como exemplo de alternativa de controle dessa enfermidade a construção de vários modelos matemáticos a fim de prever as consequências do aumento da temperatura sobre esta doença (BRASIL, 2008).

Vasconcelos (2010), em um estudo sobre a febre amarela no Brasil, levantou a hipótese de que alterações climáticas poderiam estar relacionadas com a emergência da doença em áreas anteriormente consideradas sem risco de transmissão. Ressalta que embora seja difícil medir e avaliar o impacto das condições climáticas sobre o início e a magnitude de um surto ou epidemia zoonótica, um estudo realizado no estado de Goiás durante uma epidemia no ano de 2000 mostrou que as condições climáticas desempenharam um papel crucial na determinação de sua magnitude. No mesmo estudo, o autor ressalta que uma pesquisa de 10 anos de dados oficiais pelo Instituto Nacional de Meteorologia mostrou que as temperaturas e o índice de precipitação aumentaram. Isso sugere que o aumento da precipitação favoreceu a proliferação de mosquitos e altas temperaturas promoveram propagação e transmissão viral.

Outros estudos também apontam que alguns fatores que aumentam a vulnerabilidade dos problemas climáticos são uma combinação de crescimento populacional, pobreza e degradação ambiental (IPCC, 2001). As condições atmosféricas, por exemplo, podem influenciar fenômenos naturais como a produção de pólen, assim como o transporte de poluentes oriundos de fontes fixas e móveis e também de microrganismos (MORENO, 2006). Mudanças climáticas importantes, ocorridas em estados brasileiros, resultaram em condições intensas e prolongadas, alternando a precipitação e a seca. Dessa forma, estudos detalhados da umidade, temperatura e padrões de chuva são necessários para explorar condições incomuns durante surtos ou epidemias de arboviroses. É provável que as alterações climáticas possam ter contribuído significativamente para o ressurgimento da febre amarela no Rio Grande do Sul em 2008, segundo Vasconcelos (2010).

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Avaliar os efeitos sobre a saúde relacionados com os impactos das mudanças

climáticas é extremamente complexo e requer uma avaliação integrada com uma abordagem interdisciplinar dos profissionais de saúde, climatologistas, cientistas sociais, biólogos, físicos, químicos, epidemiologistas, dentre outros, para analisar as relações entre os sistemas sociais, econômicos, biológicos, ecológicos e físicos e suas relações com as alterações climáticas (McMICHAEL, 2003; McMICHAEL; WOODRUFF; HALES 2006).

As arboviroses são um crescente problema de saúde pública no mundo principalmente pelo potencial de dispersão, pela capacidade de adaptação a novos ambientes e hospedeiros (vertebrados e invertebrados), pela possibilidade de causar epidemias extensas, pela susceptibilidade universal e pela ocorrência de grande número de casos graves, com acometimento neurológico, articular e hemorrágico. O fenômeno ambiental do aquecimento global altera as temperaturas encontradas nas diferentes épocas do ano, fato que deve alterar também a sazonalidade dos mosquitos vetores. Mesmo diante de dificuldades na atuação sobre fatores socioeconômicos e ambientais, a área da saúde tem responsabilidades, como investimentos na prevenção, no diagnóstico e no tratamento de infecções virais. A introdução de qualquer arbovírus em área indene ou com a presença do vetor nunca deve ser negligenciada e fatores, sejam climáticos ou no ambiente, devem ser avaliados.

REFERÊNCIAS

AVELINO-SILVA, V. L.; RAMOS, J. F. Arboviroses e políticas públicas no Brasil. **Revista Ciências em Saúde**. v. 7, n. 3, set. 2017.

BATISTA, P. M.; ANDREOTT, R.; CHIANG, J. O.; FERREIRA, M. S.; VASCONCELOS, P. F. C. Soroepidemiological monitoring in sentinela animals and vectors as part of arbovirus surveillance in the State of Mato Grosso do Sul, Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 45, n. 2, p.168-173, mar./abr. 2012.

BHATT, S.; GETHING, P. W.; BRADY, O. J.; MESSINA, J. P.; FARLOW, A. W.; MOYES, C. L.; DRAKE, J. M.; BROWNSTEIN, J. S.; HOEN, A. G.; SANKOH, O.; MYERS, M. F.; GEORGE, D. B.; JAENISCH, T.; WINT, G. R. W.; SIMMONS, C. P.; SCOTT, T. W.; FARRAR, J. J.; HAY, S. I. The Global Distribution and Burden of Dengue. **Nature**. v. 496, n. 7.446, p. 504-507, abr. 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Mudanças climáticas e ambientais e seus efeitos na saúde: cenários e incertezas para o Brasil**. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 40 p. 2008. il. Série Saúde Ambiental 1.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Monitoramento dos casos de dengue, febre de chikungunya e febre pelo vírus Zika até a Semana Epidemiológica 7 de 2018. **Boletim epidemiológico**. v. 49, n. 09, mar. 2018a. Disponível em: <<http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/marco/06/2018-008-Publicacao.pdf>>. Acesso: 25 de mar. 2018.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Monitoramento do Período Sazonal da Febre Amarela Brasil – 2017/2018. **Informe nº 18**. mar. 2018b. Disponível em: <<http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/marco/21/Informe-FA-18-21mar18-cs.pdf>>. Acesso em: 26 de mar. 2018. Informe.

CAMPOS, G. S; BANDEIRA, A. C.; SARDI, S. I. Zika virus outbreak, Bahia, Brazil. **Emerging**

Infectious Diseases, v. 21, n. 10, p. 1885-1886, out. 2015.

CARDOSO, A. C. D. **O espaço alternativo: vida e forma urbana nas baixadas de Belém**, 265 p. Belém: EDUFPA, 265 pp. 2007.

CASALS, J. The arthropod-borne group of animal viruses. **Transactions of the New York Academy of Sciences**, United States, v. 19, p. 219-35, 1957.

CASSEB, A. R.; CASSEB, L. M. N.; SILVA, S. P.; VASCONCELOS, P. F. C. Arbovírus: importante zoonose na Amazônia brasileira. **Veterinária e Zootecnia**. São Paulo, v. 20, n. 3, p. 391-403, set. 2013.

CAVALCANTI, L. P. G.; TIMERMAN, A. Saneamento básico e as arboviroses no Brasil. **Revista Rene**. v. 17, n. 5, p. 585, set./out. 2016.

CAVALCANTE, K. R. L. J.; TAUIL, P. L. Características epidemiológicas da febre amarela no Brasil, 2000-2012. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**. Brasília, v. 25, n. 1, p. 11-20, jan./mar. 2016.

DÉGALLIER, N.; TRAVASSOS DA ROSA, A. P. A.; VASCONCELOS, P. F. C. O impacto das atividades humanas na transmissão dos arbovírus silvestres na Amazônia brasileira. **Contacto**. v. 6, n. esp., p. 31-34, ago. 1994.

DONALISIO, M. R.; FREITAS, A. R. R.; ZUBEN, A. P. B. V. Arboviroses emergentes no Brasil: desafios para a clínica e implicações para a saúde pública. **Revista de Saúde Pública**. São Paulo, v. 51, n. 30, abr. 2017.

FARIA, N. R.; AZEVEDO, R. S. S.; KRAEMER, M. U. G.; SOUZA, R.; CUNHA, M. S.; HILL, S. C.; THÉZÉ, J.; BONSALL, M. B.; BOWDEN, T. A.; RISSANEN, I.; ROCCO, I. M.; NOGUEIRA, J. S.; MAEDA, A. Y.; VASAMI, F. G. S.; MACEDO, F. L. L.; SUZUKI, A.; RODRIGUES, S. G.; CRUZ, A. C. R.; NUNES, B. T.; MEDEIROS, D. B. A.; RODRIGUES, D. S. G.; QUEIROZ, A. L. N.; SILVA, E. V. P.; HENRIQUES, D. F.; TRAVASSOS DA ROSA, E. S.; OLIVEIRA, C. S.; MARTINS, L. C.; VASCONCELOS, H. B.; CASSEB, L. M. N.; SMITH, D. B.; MESSINA, J. P.; ABADE, L.; LOURENÇO, J.; ALCANTARA, L. C. J.; LIMA, M. M.; GIOVANETTI, M.; HAY, S. I.; OLIVEIRA, R. S.; LEMOS, P. S.; OLIVEIRA, L. F.; LIMA, C. P. S.; SILVA, S. P.; VASCONCELOS, J. M.; FRANCO, L.; CARDOSO, J. F.; VIANEZ-JÚNIOR, J. L. S. G.; MIR, D.; BELLO, G.; DELATORRE, E.; KHAN, K.; CREATORE, M.; COELHO, G. E.; OLIVEIRA, W. K.; TESH, R.; PYBUS, O. G.; NUNES, M. R. T.; VASCONCELOS, P. F. C. Zika virus in the Americas: Early epidemiological and genetic findings. **Science**, v. 352, n. 6283, p. 345-349, abr. 2016.

FIGUEIREDO, L. T. M. Emergent arboviruses in Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 40, n. 2, p. 224-229, mar./abr. 2007.

GALATI, E. A. B.; CAMARA, T. N. L.; NATAL, D.; CHIARAVALLOTI-NETO, F. Mudanças climáticas e saúde urbana. **Revista USP**. n. 107, p. 79-90, out./nov./dez. 2015.

HONÓRIO, N. A.; CÂMARA, D. C. P.; CALVET, G. A.; BRASIL, P. Chikungunya: uma arbovirose em estabelecimento e expansão no Brasil. **Caderno de Saúde Pública**. Rio de Janeiro, v. 31, n. 5, p. 906-908, mai. 2015.

IPCC. Climate Change 2001: The Scientific Basis. In: HOUGHTON, J. T.; DING, Y.; GRIGGS, D. J.; NOGUER, M.; VAN DER LINDEN, P. J.; DAI, X.; MASKELL, K.; JOHNSON, C. A. (Eds) **Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge: Cambridge University Press, 881 p. 2001.

LIMA-CAMARA, T. N. Arboviroses emergentes e novos desafios para a saúde pública no Brasil. **Revista de Saúde Pública**. São Paulo, v. 50, 36, jan. 2016.

LOPES, N.; LINHARES, R. E. C.; NOZAWA, C. Características Gerais e Epidemiologia dos Arbovírus Emergentes no Brasil. **Rev. Pan-Amazônica de Saúde**, Pará, v. 5, n. 3, p. 55-64, 2014.

MANIERO, V. C.; SANTOS, M. O.; RIBEIRO, R. L.; OLIVEIRA, P. A.; SILVA, T. B.; MOLERI, A. B., MARTINS, I. R.; LAMAS, C. C.; CARDOZO, S. V. Dengue, Chikungunya e Zika vírus no Brasil: situação epidemiológica, aspectos clínicos e medidas preventivas. **Almanaque Multidisciplinar de Pesquisa**. v. 1, n. 1, p. 118-145, 2016.

McMICHAEL, A. J. Global climate change and health: an old story writ large. In: McMICHAEL, A. J.; CAMPBELL-LENDRUM, D. H.; CORVALÁN, C. F.; EBI, K. L.; GITHENKO, A. K.; SCHERAGA, J. D.; WOODWARD, A. (Eds). **Climate Change and Human Health. Risks and Responses**. Geneva: WHO, 2003. p. 1-17.

McMICHAEL, A. J.; WOODRUFF, R. E.; HALES, S. Climate change and human health: present and future risks. **The Lancet**, v. 367, n. 9513, p. 859-869, mar. 2006.

MORENO, A. R. Climate change and human health in Latin America: drives, effects and policies. **Regional Environmental Change**. v. 6. p. 157-164, abr. 2006.

NETO, A. S. L.; NASCIMENTO, C. J.; SOUSA, G. S.; LIMA, J. W. O. Dengue, Zika e Chikungunya - desafios do controle vetorial frente à ocorrência das três arboviroses - parte I. **Revista Brasileira de Promoção da Saúde**. v. 29, n. 3, p. 305-308, jul./set. 2016a.

_____. Dengue, Zika e Chikungunya - desafios do controle vetorial frente à ocorrência das três arboviroses - parte II. **Revista Brasileira de Promoção da Saúde**. v. 29, n. 4, p. 463-466, out./dez. 2016b.

REITER, P. Climate change and mosquito-borne disease. **Environmental Health Perspectives**. v. 109, p. 141-161, mar. 2001. Suplemento 1.

RUEDA, L. M.; PATEL, K. J.; AXTELL, R. C.; STINNER, R. E. Temperature-dependent development and survival rates of *Culex quinquefasciatus* and *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). **Journal of Medical Entomology**, v. 27, n. 5, p. 892-898, set. 1990.

SANTOS, N. S. O.; ROMANOS, M. T. V.; WIGG, M. D. **Virologia Humana**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2015.

SILVA, M. L. C. R.; GALIZA, G. J. N.; DANTAS, A. F. M.; OLIVEIRA, R. N.; IAMAMOTO, K.; ACHKAR, S. M.; RIET-CORREA, F. Outbreaks of Eastern equine encephalitis in Northeastern Brazil. **Journal of Veterinary Diagnostic Investigation**. v. 23, n. 3, p. 570-575, maio 2011.

TAUIL, P. L. Controle de doenças transmitidas por vetores no sistema único de saúde. **Informe Epidemiológico SUS**, v. 11, n. 2, p. 59-60, jun. 2002.

VASCONCELOS, P. F. C.; TRAVASSOS DA ROSA, A. P. A.; DEGALLIER, N.; TRAVASSOS DA ROSA, J. F. S.; PINHEIRO, F. P. Clinical and ecoepidemiological situation of human arboviruses in Brazilian Amazonia. **Ciência e Cultura: Journal of the Brazilian Association for the Advancement of Science**. São Paulo, v. 44, n. 2/3, p. 117-124, mar./jun. 1992.

_____. TRAVASSOS DA ROSA, A. P. A.; RODRIGUES, S. G.; TRAVASSOS DA ROSA, E. S.; DÉGALLIER, N.; TRAVASSOS DA ROSA, J. F. S. Inadequate management of natural ecosystem in the Brazilian Amazon region results in the emergence and reemergence of arboviruses. **Cadernos de Saúde Pública**. Rio de Janeiro, v. 17, supl., p. 155-164, 2001.

_____. Febre amarela. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**. v. 36, n. 2, p. 275-293, mar./abr. 2003.

_____. Yellow fever in Brazil: thoughts and hypotheses on the emergence in previously free areas. **Revista Saúde Pública**. v. 44, n. 6, p.1144-1149, dez. 2010.

_____. AZEVEDO, R. S. S.; RODRIGUES, S. G.; MARTINS, L. C.; CHIANG, J. O.; TRAVASSOS DA ROSA, A. P. A. Arboviroses. In: LEÃO, R. N. Q.; BICHARA, C. N. C.; FRAIHA NETO H.; VASCONCELOS, P. F. C. (Ed). **Medicina tropical e infectologia na Amazônia**. v. 1. Belém: Samauma, 2013. p. 481-503.

_____. TRAVASSOS DA ROSA, A. P. A.; PINHEIRO, F. P.; TRAVASSOS DA ROSA, J. F. S. Arboviroses. In: VERONESI, R.; FOCACCIA, R. (Ed.) **Tratado de Infectologia**. 5ª ed. São Paulo: Atheneu, 2015. p. 377-391. il.

WEAVER, S. C.; REISEN, W. K. Present and future arboviral threats. **Antiviral Research**. v. 85, n. 2, p. 328-45, fev. 2010.

WHO. World Health Organization. Scientific Group on Arthropod-Borne and Rodent-Borne Viral Diseases. **Technical Report Series**, n. 719, Geneva, 116 p. 1985.

DEPOSIÇÃO DE NITROGÊNIO E FÓSFORO DA SERAPILHEIRA EM ÁREAS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL

Ellen Gabriele Pinto Ribeiro

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém, Pará

Walmer Bruno Rocha Martins

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém, Pará

Gracialda Costa Ferreira

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém, Pará

Francisco de Assis Oliveira

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém, Pará

Richard Pinheiro Rodrigues

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém, Pará

Giuliana Mara Patricio de Souza

Gerência Geral de HSE | HSE Department
Bauxita & Alumina Hydro. Paragominas, Pará

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar a deposição de nitrogênio e fósforo da serapilheira sob diferentes métodos de restauração florestal em áreas degradadas pela mineração. Os métodos utilizados foram: plantio de mudas arbóreas (PM) e indução da regeneração natural (RN), e como área de referência, um fragmento florestal (FF) na mesma área. A serapilheira foi coletada mensalmente nos três ecossistemas durante um ano em coletores de 0,25 m² para análise de N e P. A deposição de serapilheira

foi maior no PM, RN e FF respectivamente. As concentrações de nutrientes em g Kg⁻¹ de N e P, foram superiores na área de PM, sendo que, a precipitação pluviométrica e radiação solar apresentaram as maiores correlações com os teores.

PALAVRAS-CHAVE: Recuperação ambiental, monitoramento florestal, ciclagem de nutrientes.

1 | INTRODUÇÃO

A mineração contribui significativamente para a economia brasileira, gerando aproximadamente 2,2 milhões de empregos diretos (IBRAM 2012). O estado do Pará destaca-se por ser o principal produtor de bauxita do país, com cerca de 90% da produção nacional (LIMA & NEVES, 2014). Porém, a atividade minerária causa impactos ambientais, principalmente pela retirada da vegetação e das camadas superficiais do solo (BARROS et al., 2012; MACHADO et al., 2013), modificando a paisagem do ecossistema (ARAÚJO et al., 2005; Jesus et al., 2016).

O plantio de mudas de diversas espécies nativas tem sido um dos métodos mais utilizados no processo de restauração de áreas degradadas pela mineração (SALOMÃO et al., 2007), no entanto, é considerado oneroso e não

garante o sucesso do projeto.

Durante o processo de restauração, independentemente do método utilizado, é necessário a execução de monitoramentos periódicos, para isso, analisa-se alguns indicadores de desempenho, confirmando o emprego das técnicas utilizadas ou até mesmo adequá-las, com intuito de acelerar o processo de revegetação (MARTINS, 2013).

A serapilheira é um desses indicadores, a qual é formada pela deposição de folhas, galhos, material reprodutivo e carcaças de animais, e é encontrada superficialmente no solo de ecossistemas florestais, sendo a principal via de entrada e saída de nutrientes (RODRIGUES et al., 2010; MARTINS, 2013), contribuindo para a formação e manutenção da fertilidade dos solos através do processo de decomposição (VITOUSEK & SANFORD, 1986; SOUZA & DAVIDE, 2001), sobretudo nas florestas amazônicas que são consideradas pouco férteis naturalmente (LOPES & GUILHERME, 2007; SELLE, 2007; QUESADA et al., 2011).

O conhecimento da concentração e conteúdo dos nutrientes advindos da serapilheira são importantes para escolha das espécies consideradas chave na recuperação de áreas degradadas, pois a baixa qualidade nutricional do material vegetal influencia de maneira negativa e a longo prazo a fertilidade do solo, prejudicando a restauração (PAUDEL et al., 2015). Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a deposição de nutrientes da serapilheira em áreas de mineração de bauxita sob diferentes métodos de restauração florestal, no município de Paragominas, no estado do Pará.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O estudo foi desenvolvido na empresa, Hydro Paragominas, localizada no nordeste do estado do Pará, no Platô Miltônia 3 (3°15'38"S e 47°43'28"W) a uma altitude de 150 m, estando há 70 Km da sede municipal de Paragominas.

O clima da região é do tipo "Awi", segundo a classificação de Köppen, caracterizado como quente e úmido com estações de chuva e de seca bem definidos, com temperatura média entre 26,7 °C (SILVA & SANTANA 2014). O índice pluviométrico anual da região varia de 857,8 a 2.787 mm, com o período mais chuvoso entre janeiro e maio (RODRIGUES et al. 2003). Os solos predominantes são Latossolos Amarelos, Argissolos Amarelos, Plintossolos, Gleissolos e Neossolos (RODRIGUES et al. 2003).

2.2 Caracterização dos ecossistemas

Foram selecionadas três áreas para coleta da serapilheira, duas em processo de restauração florestal (A1 - plantio de mudas arbóreas nativas (PM), A2 - indução

da regeneração natural (RN)), e uma área de referência A3 - fragmento florestal (FF), localizado próximo as duas áreas (300 m).

A1 - Plantio de mudas arbóreas nativas (PM)

O plantio foi realizado em uma área de 20 ha, onde procedeu-se a reconformação do terreno, subsolagem com aplicação de fosfato natural reativo (33% P_2O_5 total e 10% P_2O_5 solúvel em ácido cítrico 2%) no fundo do sulco e o espalhamento do *topsoil*, que ficou armazenado em leiras durante aproximadamente um ano. Além disso, foram aplicados 800 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico em área total e 200 g por cova de adubo NPK (06 30 06) mais micronutrientes (0,5% B, 0,5% Cu, 0,5% Zn) e 2,5 Kg de composto orgânico por cova.

O plantio das mudas foi realizado em maio de 2009 em sistema quincênio, com espaçamento de 3 x 3 m, em covas de 0,30 x 0,30 x 0,30 m. Foi utilizado inicialmente 105 espécies de diferentes grupos ecológicos. Para a manutenção inicial do plantio, realizou-se o controle de formigas cortadeiras e duas capinas manuais em área total durante o primeiro ano.

O ecossistema tem 7 anos de idade, com altura média do estrato superior de aproximadamente 5,0 m, e espécies distribuídas em 23 famílias. As cinco espécies com os maiores Índice de Valor de Importância – IVIs (%) são: *Chloroleucon acacioides* (Ducke) Barneby & J.W. Grimes (12,02), *Libidibia ferrea* (Mart.) L.P. Queiroz (11,07), *Inga alba* (Sw.) Willd. (11,00), *Mimosa schomburgkii* Benth. (10,99), *Ceiba pentandra* (L) Graertn. (10,99).

A2 - Indução da Regeneração Natural (RN)

Os procedimentos realizados no ecossistema de indução da regeneração natural consistiam na reconformação do terreno e no espalhamento do *topsoil* em área total, com posterior isolamento da área.

O ecossistema tem 7 anos de idade e possui 26 espécies com altura média do estrato superior de 3,5 m, distribuídas em 12 famílias com hábito predominantemente arbóreo. As espécies predominantes com maior IVI (%) são: *Croton matourensis* Aubl. (55,94), *Vismia guianensis* (Aubl.) Choisy (43,98), *Cecropia* sp. (42,24), *Byrsonima crispera* A. Juss. (16,32), *Solanum* sp. (15,83).

A3 - Fragmento Florestal (FF)

Foi selecionada uma área de aproximadamente 20 ha de um fragmento florestal classificado como floresta primária de terra firme alterada, com último registro de exploração madeireira convencional em 2003, apresentando atualmente 11 anos pós exploração.

Esse ecossistema possui 51 espécies com altura média do estrato superior de 7,5 m, distribuídas em 27 famílias, com espécies de hábito arbóreas, destacando-se com maior IVI (%): *Croton matourensis* Aubl. (24,35), *Tapirira guianensis* Aubl. (23,39), *Inga alba* (Sw) Willd. (22,61), *Chrysophyllum prieurii* A.DC. (21,25), *Inga thibaudiana* DC. (16,87).

2.3 Métodos

Para coleta de serapilheira, foram instalados coletores confeccionados de madeira e sombrite, com área de coleta de 0,25 m² (0,5 m x 0,5 m) e altura de 0,1 m, alocados 0,2 m acima da superfície do solo, para reduzir o contato com o solo. Foram instalados 90 coletores em agosto de 2014, distribuídos de maneira aleatória, sendo 30 coletores em cada ecossistema de pesquisa, distantes 30 m entre si.

As coletas foram realizadas mensalmente durante os meses de agosto de 2014 a setembro de 2015. Após a retirada da serapilheira o material foi transportado em sacos plástico para laboratório, onde foi colocado para secagem em estufa a 70°C por 72 horas. Posteriormente o material foi pesado em balança analítica de precisão de 0,01 g e triturada em um moinho de lâminas do tipo Willey com peneiro de 20 mesh. As amostras coletadas mensalmente foram homogeneizadas para obtenção de três amostras compostas de cada área de estudo. A transferência de nutrientes para o solo foi calculada pelo produto entre a massa seca total da serapilheira e seus respectivos teores.

Os teores dos macronutrientes Nitrogênio (N) e Fósforo (P), foram analisados no Laboratório do Museu Emílio Goeldi, seguindo o método descrito por Malavolta et al. (1997).

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com três tratamentos e trinta repetições, sendo: T1 – plantio de mudas (PM), T2 – indução da regeneração natural (RN) e T3 – Fragmento Florestal (FF). Os resultados foram submetidos à análise de variância através do programa ESTATISTICA 9.0, havendo diferenças significativas entre os dados, as médias foram comparadas pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Os resultados dos nutrientes também foram correlacionados com as variáveis precipitação pluviométrica, temperatura mínima, média e máxima, umidade relativa do ar e radiação solar global pelo teste de Pearson. Para confecção das figuras foi utilizado o programa SigmaPlot 10.0.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A deposição de serapilheira foi de 6,61, 10,75 e 11,83 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ para o PM, RN e FF respectivamente. Esses resultados anuais estão próximos aos encontrados em outros estudos realizados na Amazônia em florestas de terra firme (BARLOW et al., 2007; SELVA et al., 2007; SILVA, 2014; ALMEIDA et al., 2015).

De modo geral, o N foi o elemento com o maior valor de concentração entre os meses de julho a novembro nos três ecossistemas. Esses resultados são explicados em decorrência do período considerado menos chuvoso na área de estudo, com precipitação média de 51 mm mês⁻¹, segundo dados da estação meteorológica do Mineração Paragominas (MPSA) (Figura 1). Em contrapartida a concentração do P foi

maior no período de dezembro a março, meses considerados chuvosos, com média 251 mm mês⁻¹, corroborando com os resultados encontrados por Vital et al. (2004) de que as primeiras chuvas causam elevadas transferências de P contido na serapilheira para o solo (Figura 1).

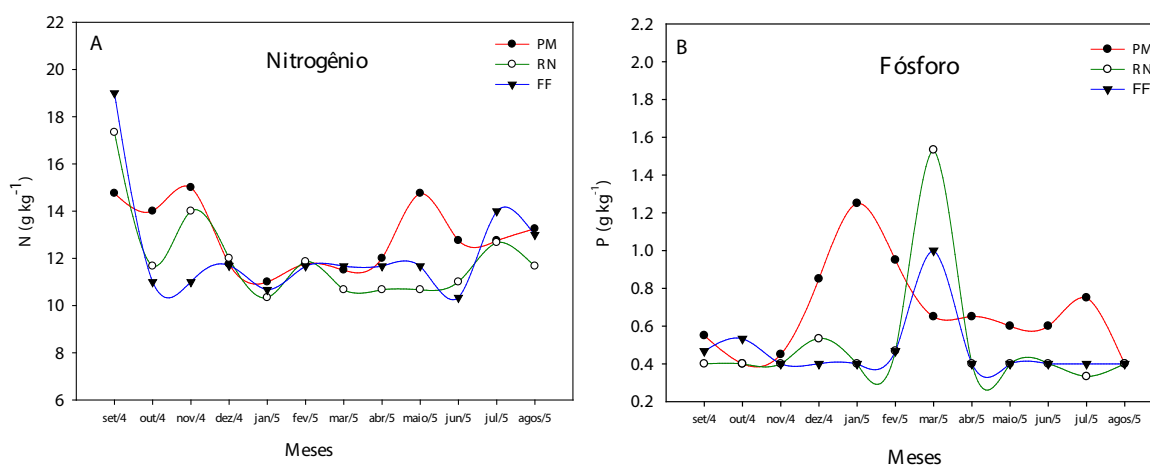


Figura 1. Fluxo da concentração média de macronutrientes da serapilheira em área de restauração florestal com método de plantio de mudas (PM), regeneração natural (RN) e um fragmento florestal utilizado como testemunha (FF). A - Nitrogênio; B - Fósforo

A concentração em g Kg⁻¹ de N (12,94) e P (0,68) foi superior na área de PM na maioria dos meses de avaliação, resultados que demonstram a eficiência da aplicação de fertilizantes pré-plantio, dentre elas, a calagem, adubação NPK e a fosfatagem natural.

Amazonas et al. (2011) comparando florestas em processo de restauração de 21 e 52 anos com uma floresta natural de referência, verificaram que a concentração de nitrogênio aumentava à medida que as florestas envelheciam, resultados que não foram observados neste trabalho, o que pode estar associado ao pouco tempo de restauração florestal, com apenas sete anos de idade. Além disso, Machado et al. (2016) relatam que espécies do grupo ecológico das pioneiras apresentam maiores teores de N em relação às espécies não pioneiras. Neste sentido, nas áreas de RN e FF houve um predomínio *Croton matourensis*, espécie pioneira de rápido crescimento e que pode ter contribuído possivelmente para maior concentração de N.

O N é o mineral requerido em maior quantidade pelas plantas (SOUZA & FERNANDES, 2006), por esta razão, a sua ciclagem por meio da decomposição da serapilheira torna-se fundamental para o desenvolvimento inicial de ecossistemas em processo de restauração florestal.

As variáveis climáticas influenciam diretamente os teores de nutrientes da serapilheira (PROTIL et al., 2009; READ & LAWRENCE, 2003). Neste sentido, a precipitação pluviométrica e a radiação solar foram as que mais interferiram na sua qualidade (Tabela 1). A concentração de N apresenta correlação negativa com a chuva, sendo que, para algumas áreas a correlação foi significativa ($p < 0,05$). Já o P obteve uma resposta inversa, com maiores concentrações à medida que a precipitação

aumenta e a radiação diminuí (Tabela 1).

Nutrientes	P. Pluviométrica	T. Média	T. Mínima	T. Máxima	Pto. Orvalho	UR	Ra
	(mm)			(°C)		(%)	(Kj m ⁻²)
N (PM)	-0,56	0,45	-0,38	0,29	-0,32	-0,51	0,64*
N (RN)	-0,46	0,45	-0,56	0,32	-0,47	-0,59*	0,72*
N (FF)	-0,44	-0,06	-0,51	-0,01	-0,21	-0,28	0,67*
P (PM)	0,49	-0,31	0,43	-0,15	0,24	0,40	-0,63*
P (RN)	0,47	-0,38	0,27	-0,26	0,38	0,34	-0,19
P (FF)	0,40	-0,33	0,26	-0,22	0,35	0,24	-0,05

Tabela 1. Correlação entre variáveis meteorológicas e os teores de nutrientes em área de restauração florestal com método de plantio de mudas (PM), regeneração natural (RN) e um fragmento florestal utilizado como testemunha (FF).

* correlações significativas a 5% de probabilidade de erro.

Read & Lawrence (2003) encontraram correlação positiva da precipitação com o teor de P em florestas tropicais de Yucatan, no México. Segundo os mesmos autores e Machado et al. (2016), como a maior deposição foliar ocorre no período de maior radiação, o P é retranslocado no vegetal antes da abscisão foliar, uma estratégia adaptativa das plantas com o intuito de evitar perdas deste elemento.

Diferente do N, o P diminui com o avanço da sucessão florestal, e por isso, depois da deficiência hídrica, ele é considerado o elemento que mais limita o crescimento das árvores nos ecossistemas florestais tropicais (VITOUSEK, 1982), sobre tudo em solos em processo de construção, como é caso de áreas anteriormente degradadas pela mineração e com baixa concentração de P.

A magnitude de transferência de nutrientes da serapilheira após um ano para PM, RN e FF seguiu a seguinte ordem decrescente: N > P. Machado et al. (2015), N foi o que obteve maior magnitude em floresta em estágio avançado de sucessão.

Nutrientes	Transferência (Kg ha ⁻¹ ano ⁻¹)			p-valor	
	PM	RN	FF		
N	Média mensal	7,393 (± 1,44) b	11,041 (± 1,36) a	12,300 (± 1,36) a	0,0455
	Total	88,713	132,492	147,598	
P	Média mensal	0,329 (± 0,05)	0,412 (± 0,04)	0,447 (± 0,03)	0,1440
	Total	3,949	4,957	5,368	

Tabela 2. Transferência de nutrientes da serapilheira em área de restauração florestal com método de plantio de mudas (PM), regeneração natural (RN) e um fragmento florestal utilizado como testemunha (FF).

Médias seguidas de seus respectivos erros padrões com letras iguais na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p<0,05).

Os conteúdos de N da serapilheira foram maiores nos ecossistemas RN e FF, não havendo diferença entre si (Tabela 2). Apesar de não ter sido constatado diferença significativa (p>0,05), o P, foram superiores numericamente no FF, seguido de RN.

4 | CONCLUSÕES

As concentrações de nutrientes variaram entre os métodos de restauração florestal e entre estes e a floresta remanescente. A precipitação pluviométrica e a radiação solar foram as principais variáveis climáticas que afetaram as concentrações dos elementos durante um ano, principalmente do N.

A transferência anual de N e P foi no geral maior nas áreas de indução da regeneração natural (RN) e do fragmento florestal (FF), sendo que, o N foi o principal elemento transferido na RN e FF.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E. J.; LUIZÃO, F.; RODRIGUES, D. J. **Produção de serrapilheira em florestas intactas e exploradas seletivamente no sul da Amazônia em função da área basal da vegetação e da densidade de plantas.** Acta Amazonica, v.45, n.2, p.157-166, 2015.
- ARAÚJO, F. S.; MARTINS, S. V.; MEIRA NETO, J. A. A.; LANI J. L.; PIRES I. L.; **Florística da vegetação arbustiva - arbórea colonizadora de uma área degradada por mineração de caulim, em Brás Pires, MG.** Revista árvore, v.29, n.6, p.983-992, 2005.
- BARLOW, J.; GARDNER, T. A.; FERREIRA, L. V.; PERES, C. A. **Litter fall and decomposition in primary, secondary and plantation forests in the Brazilian Amazon.** Forest Ecology and Management, v.247, n.1, p.91-97, 2007.
- BARROS, D. A.; GUIMARÃES, J. C. C.; PEREIRA, J. A. A.; BORGES, L. A. C.; SILVA, R. A.; PEREIRA, A. A. S. **Characterization of the bauxite mining of the Poços de Caldas alkaline massif and its socio-environmental impacts.** Revista Escola de Minas, v.65, n.1, p.127-133, 2012.
- IBRAM - Instituto Brasileiro de Mineração. **Informações e Análise da Economia Mineral Brasileira [online].** Belo Horizonte: IBRAM; 2012. [citado 2015 abr. 20]. Disponível em: www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00002806.pdf
- JESUS, E. M.; SANTOS T. S.; RIBEIRO, G. T.; ORGE, M. D. R.; AMORIM, V. O.; BATISTA, R. C. **Regeneração natural de espécies vegetais em jazidas revegetadas.** Floresta e Ambiente, v.23, n.2, p.191-200, 2016.
- LIMA, T. M.; NEVES, C. A. R.; Coordenadores. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Sumário Mineral.** Brasília: DNPM, 2014.
- LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G.; **Fertilidade do solo e produtividade agrícola.** In: NOVAI, R. F.; ALVAREZ V. H.; BARROS, N. F.; Fontes RLF, Cantarutti RB, Neves JCL, editores. Fertilidade do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007.
- MACHADO, N. A. M.; LEITE, M. G. P.; FIGUEIREDO, M. A.; KOZOVITS, A. R.; **Growing Eremanthus erythropappus in crushed laterite: a promising alternative to topsoil for bauxite-mine revegetation.** Journal of Environmental Management, v.129, p.149-156, 2013.
- MACHADO, M. R.; SAMPAIO, P. T. B.; FERRAZ, J.; CAMARA, R.; PEREIRA, M. G. **Nutrient retranslocation in forest species in the Brazilian Amazon.** Acta Scientiarum. Maringá, v.38, n.1, p.93-101, 2016.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do Estado Nutricional das Plantas.** 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa de Potassa e do Fosfato; 1997.
- MARTINS, S. V. **Recuperação de Áreas Degradadas: como recuperar áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e áreas de mineração.** 3. ed. Viçosa: Aprenda Fácil/Centro de Produções Técnicas, 2013.

- PAUDEL, E.; DOSSA, G. G. O.; XU J.; HARRISON, R. D. **Litterfall and nutrient return along a disturbance gradient in a tropical montane forest.** Forest Ecology and Management, v.353, n.1, p.97-106, 2015.
- PROTIL, C. Z, MARQUES, R.; PROTIL, R. M. **Variação sazonal e redistribuição de bioelementos de quatro espécies arbóreas em três tipologias florestais da Floresta Atlântica do Paraná.** Floresta, v.39, n.3, p.699-717, 2009.
- QUESADA, C. A.; LLOYD, J.; ANDERSON, L. O.; FYLLAS, N. M.; SCHWARZ, M.; CZIMCZIK, C. I. **Soils of Amazonian with particular reference to the RAINFOR sites.** Biogeosciences, v.8, p.1415-1440, 2011.
- READ, L.; LAWRENCE, D. **Litter nutrient dynamics during succession** in dry tropical forest of the Yucatan: regional and seasonal effects. Ecosystems, v.6, n.8, p.747-761, 2003.
- RODRIGUES, T. E.; SILVA, R. C.; SILVA, J. M. L.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. C.; GAMA, J. R. N. F.; VALENTE, M. A. **Caracterização e classificação dos solos do município de Paragominas, Estado do Pará.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, Documentos n. 162, 2003.
- RODRIGUES, B. D.; MARTINS, S. V.; LEITE, H. G. **Avaliação do potencial da transposição da serapilheira e do banco de sementes do solo para restauração florestal em áreas degradadas.** Revista árvore, v.34, n.1, p. 65-73, 2010.
- SALOMÃO, R. P.; ROSA, N. A.; MORAIS, K. A. C. **Dinâmica da regeneração natural de árvores em áreas mineradas na Amazônia.** Boletim do Museu Paranaense Emílio Goeldi, Ciências Naturais, v.2, n.2, p. 85-139, 2007.
- SELLE, G. L. **Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais.** Bioscience journal, v.23, n.4, p. 29-39, 2007.
- SELVA, E. C.; COUTO, E. G.; JOHNSON, M. S.; LEHMANN, J. **Litterfall production and fluvial export in headwater catchments of the southern Amazon.** Journal of Tropical Ecology v.23, n.3, p. 329-335. 2007.
- SILVA, E. M.; SANTANA, A. C. **Modelos de regressão para estimação do volume de árvores comerciais, em florestas de Paragominas.** Revista Ceres, v.61, n.5, p.631-636, 2014.
- SOUZA, S. R.; FERNANDES, M. S. Nitrogênio. In: FERNANDES M. S. (Ed). **Nutrição mineral de plantas.** Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2006.
- SOUZA, J. A.; DAVIDE, A. C. **Deposição de serapilheira e nutrientes em uma mata não minerada e em plantios de bracatinga (*Mimosa scabrella*) e de eucalipto (*Eucalyptus saligna*) em áreas de mineração de bauxita.** Cerne, v.7, n.1, p.101-113, 2001.
- VITAL, A. R. T, GUERRINI, I. A.; FRANKEN, W. K.; FONSECA, R. C. B. **Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecidual em zona ripária.** Revista árvore, v.28, n.6, p.793-800, 2004.
- VITOUSEK P. **Nutrient cycling and nutrient use efficiency.** The American Naturalist, v.119, n.4, p.553-72, 1982.
- VITOUSEK, P. M.; SANFORD, R. L. **Nutrient cycling in Moist Tropical Forest.** Annual Review of Ecology and Systematic, v.17, p.137-167, 1986.

EFEITO DO TEMPO DE CONTATO E MASSA DE CARVÃO ATIVADO DO CAROÇO DE AÇAÍ (1,2MM) NA ADSORÇÃO DE CORANTE CATIONICO

Marina Scarano Corrêa

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental-UFPA, Grupo de Estudos em Gerenciamento de Água e Reuso de Efluentes/GESA-UFPA.

Belém - Pará

Cleyton Eduardo Costa Ferreira

Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental-UFPA, Grupo de Estudos em Gerenciamento de Água e Reuso de Efluentes/GESA-UFPA.

Belém - Pará

Danilo Cunha de Oliveira

Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental-UFPA.

Belém - Pará

Gabriela Doce Silva Coelho de Souza

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental-UFPA.

Belém - Pará

Neyson Martins Mendonça

Professor da Universidade Federal do Pará – UFPA, Coordenador do Grupo de Estudos em Gerenciamento de Água e Reuso de Efluentes/GESA – UFPA.

Belém - Pará

RESUMO: O açaí como fruto tem extrema relevância socioeconômica no país. No Estado do Pará, mais precisamente, tal fruto é fonte de renda de muitos trabalhadores e é consumido em larga escala pela população, o que acaba ocasionando a geração de toneladas de

resíduos sólidos, pois o caroço deste representa a maior parte de sua composição, cerca de 83% em contrapartida de sua comestibilidade. Expressivas pesquisas foram realizadas acerca da transformação do caroço de açaí em carvão ativado, o qual garante ao mesmo características de adsorção devido a suas propriedades físicas e químicas. Dessa forma, o presente trabalho visa abordar a utilização do caroço de açaí como material filtrante adsorvente e com isso dar destinação adequada de resíduos na capital paraense. Para tanto, os resíduos do fruto foram adquiridos em comércios e casas abatedoras, sendo levados para análises laboratoriais na Universidade Federal do Pará. Após lavagem, secagem e devido descasque do caroço, este foi submetido ao processo de ativação e moído, ficando retido na peneira de granulometria de 1,2mm. Foram estudadas as curvas de adsorção do azul de metileno, o qual foi utilizado como adsorbato, de acordo com características do material filtrante como tempo de contato, concentração e granulometria. Após os ensaios e testes, concluiu-se a eficiência da redução de cor do azul de metileno com as amostras em questão, porém fazendo-se necessário o incentivo de estudos com o caroço em tempos reduzidos de contato e diferentes massas.

PALAVRAS-CHAVE: Caroço de açaí. Azul de metileno. Adsorção.

ABSTRACT: Açaí is a fruit which has extreme socioeconomic relevance in the country. In the State of Pará, more precisely, this fruit is a source of income for many workers and is consumed in large scale by the population, which leads to the generation of tons of solid waste, since the core of this represents most of its composition, about 83% in exchange for its edibility. Expressive researches were carried out on the transformation of açaí stone into activated charcoal, which guarantees the same characteristics of adsorption due to its physical and chemical properties. Thus, the present work aims to address the use of the açaí stone as adsorbent filter material and with that to give adequate destination of waste in the capital of Pará. For this, the residues of the fruit were acquired in shops and slaughter houses, and were taken for laboratory analysis at the Universidade Federal do Pará. After washing, drying and due to peeling of the stone, it was subjected to the activation process and ground, being trapped in the sieve of 1,2mm granulometry. The adsorption curves of the methylene blue were studied, which was used as adsorbate, according to characteristics of the filter material as contact time, concentration and granulometry. After the tests and tests, the efficiency of the color reduction of the methylene blue with the samples in question was concluded, but it was necessary to encourage studies with the core in reduced times of contact and different masses.

KEY WORDS: Açaí bunch. Methylene blue. Adsorption.

1 | INTRODUÇÃO

O açaí (*Euterpe oleracea Mart*) é um fruto típico da Região Amazônica, sendo encontrado em maior parte no Estado do Pará. Entre os diversos recursos vegetais, a palmácea se destaca pela sua abundância e capacidade de produção como alimento para as populações locais, além de ser a principal fonte de matéria-prima para a agroindústria de palmito no Brasil. (EMBRAPA, 2005).

A importância do açaí vai além de uma imagem socioeconômica. O fruto é rico em vitaminas, fibras, cálcio, fósforo, ferro, minerais, potássio e antioxidantes. Segundo o Ministério da Saúde (BRASIL, 2012), além das diversas utilidades gastronômicas este também pode ter papel na saúde do ser humano como regulador dos níveis de colesterol, prevenir a osteoporose, ajudar na circulação sanguínea, produzir anticorpos etc.

Entre os estados produtores desse fruto, tem-se Pará, Maranhão, Amapá, Acre e Rondônia sendo o primeiro, responsável por 95% da produção de açaí, calculada em 100 a 180 mil litros/dia em Belém (HOMMA & FRAZÃO, 2002; OLIVEIRA *et al*, 2002). Toneladas de resíduos sólidos são gerados na Região Metropolitana de Belém (RMB) devido ao excessivo consumo de açaí, pois somente 17% da fruta é comestível, enquanto o restante representa o caroço e fibras que recobrem o mesmo.

O caroço do açaí, dentro de suas propriedades, pode ser transformado em carvão

ativado, o qual é um adsorvente de poluentes líquidos e gasosos decorrente de suas características físicas e química de sua superfície e dos sítios internos, responsáveis por sua grande capacidade de adsorção. Para que a produção deste tipo de carvão torne-se expressiva, é necessária a otimização e utilização dos diversos precursores carbonáceos existentes no país para desenvolver a melhor tecnologia necessária de ativação e pirólise (CLAUDINO, 2003).

Dentre as diversas utilizações do caroço de açaí, em forma de carvão ativado, este pode ser empregado como material filtrante para filtros de efluentes e águas de abastecimento, visto que foi comprovado sua eficiência na redução de coliformes totais, turbidez e ferro (PEREIRA & RODRIGUES, 2013).

Coelho e Bernardo (2012), destacam o filtro misto de areia e carvão ativado de caroço de açaí como uma alternativa para a remoção de matéria orgânica e inorgânica em suspensão. O presente estudo teve como objetivo estudar as curvas de adsorção do corante azul de metileno, tendo em vista as concentrações de material filtrante, o seu tempo de contato e a sua granulometria.

2 | METODOLOGIA

O caroço de açaí usado para confecção do carvão ativado foi adquirido em pequenos comércios baseados no batimento da fruta, sendo o caroço um resíduo da elaboração do suco do açaí comercializado nos pequenos mercados. Após a coleta, o resíduo foi levado para o Laboratório Multiusuário de Tratabilidade de Águas (LAMAG) pertencente ao Grupo de estudos em Gerenciamento de Águas e Reuso de Efluentes (GESA) da Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental, localizado na Universidade Federal do Pará (UFPA), onde os processos físico-químicos foram realizados.

Os caroços obtidos foram lavados com água corrente, sendo, posteriormente, depositados em recipientes metálicos cheios d'água e postos em estufa durante um dia para que toda a água fosse retirada. Após a secagem o material encontra-se pronto para que a fibra que o recobre seja retirada com uso de pinças, esse processo visa limpar a superfície do caroço, com intuito de diminuir a quantidade de cinzas após a pirólise. Ao término da retirada das fibras realizou-se a segunda lavagem.

Com o caroço devidamente seco e descascado, iniciou-se o processo de ativação, tendo como ativante químico o hidróxido de sódio (NaOH) na concentração de 1 Normal. Utilizou-se a proporção de 1:1 de hidróxido e de material precursor, ou seja, para cada quilo de resíduo do açaí é necessário a utilização de 1 litro de NaOH a 1N. Utilizou-se 0,3Kg de caroço que permaneceram em contato com 0,3L de NaOH durante o período de 24 horas.

Posteriormente, o caroço impregnado foi levado à estufa por mais 3 horas, seguido da sua queima em forno do tipo Mufla a ± 350 °C durante 3 horas. Ao término da queima o material precisa aguardar algumas horas para que resfrie sem ter

contato oxigênio, visto que este contato provoca pequenas combustões no carvão proporcionando um maior número de cinzas.

Ao término do processo de ativação, o caroço de açaí foi levado para moagem em um moinho de bolas. Após a quebra o material foi peneirado e coletado o que se apresentou retido na peneira com abertura correspondente a 1,2mm. Posteriormente o material foi lavado com água destilada para proporcionar a remoção das cinzas provenientes da quebra.

O ensaio de adsorção foi realizado com carvão ativado retido na peneira 1,2mm e com corante azul de metileno em concentração 10mg/L. Foram selecionadas as massas de 0,2, 0,4, 0,6, 0,8 e 1g de carvão ativado. Posteriormente o material foi posto em béqueres com 30mL de corante, em seguida iniciou-se o processo de agitação durante 10 e 20 minutos em *shaker* com rotação correspondente a 60 RPM. A cada 10 minutos de realizava-se a leitura da concentração do corante azul de metileno no comprimento de onda correspondente a 665nm com o auxílio do espectrofotômetro HACH DR 3900. A Figura 01 apresenta o carvão ativado desde a fase pós-ativação, moagem e separação das massas para a realização do ensaio de adsorção do azul de metileno.



Figura 01- Etapas da quebra em moinho de bolas, peneiramento do material quebrado e pesagem do carvão ativado do caroço de açaí.

Fonte: autores, 2016

Ao fim dos ensaios laboratoriais foram realizados os tratamentos estatísticos, sendo eles: estatística descritiva, eficiência de adsorção, regressão não-linear da eficiência de adsorção em função do peso de carvão ativado do resíduo do açaí e o teste-t de amostras pareadas com nível de significância alfa (α) correspondente a 5% e 1% para o teste bilateral, como recomendado por Furlaneto *et al* (2013). Para a identificação se houve incremento na eficiência com o aumento do tempo de contato do adsorbato e o adsorvente. Posteriormente realizou-se o teste-t para uma amostra, as concentrações finais de AM dos carvões ativados de resíduo do açaí com massas de 0,4, 0,6, 0,8 e 1,0g, para a constatação de mudanças de eficiências de adsorção, utilizou-se significância alfa (α) correspondente a 5%, como recomendado por Furlaneto *et al* (2013).

3 | RESULTADOS

Analisando a Tabela 01 percebe-se que para o peso de 0,2g foram obtidas as eficiências de 50 e 81% para os tempos de 10 e 20 minutos de contato, houve aumento de 31% com o acréscimo de 10 minutos. Para o peso de 0,4g conseguiu-se as eficiências de 71 e 82% para 10 e 20 minutos de tempo de contato, respectivamente. Com 0,6g de carvão ativado (CA) para os tempos de 10 e 20 minutos alcançou-se eficiências de 75 e 86% de redução do corante azul de metileno (AM). Para o peso de 0,8g adsorveu-se 79 e 86% do corante para os tempos de 10 e 20 minutos. Para o maior peso, 1,0g, foram obtidas as maiores eficiências, sendo elas de 81 e 89% para 10 e 20 minutos.

Tempo (min)	Peso de CA (gramas)	C Inicial (mg/L)	C. Final (mg/L)	Eficiência (%)	AM/CA (mgAM/gCA)
10	0,20	10	5,04	50	0,74
20			1,89	81	1,21
10	0,40	10	2,92	71	0,53
20			1,79	82	0,61
10	0,60	10	2,50	75	0,37
20			1,42	86	0,43
10	0,80	10	2,14	79	0,30
20			1,42	86	0,32
10	1,00	10	1,89	81	0,24
20			1,39	89	0,26

Tabela 01 – Resultados dos ensaios de adsorção do corante azul de metileno com diversos pesos de carvão ativado do resíduo do caroço de açaí na granulometria de 1,2mm

Fonte: autores, 2016

Nota-se que para o peso de 0,2g houve uma discrepância das eficiências, 31% de diferença, para as concentrações de 0,4, 0,6, 0,8 e 1,0g apresentaram eficiências próximas, tendo desvio-padrão de 4,43% para o tempo de 10 minutos e de 2,87% para o tempo de 20 minutos de contato, logo, com exceção do peso de 0,2g os demais pesos apresentaram concentrações semelhantes. A seguir na Figura 02 é apresentado o ensaio de adsorção com o corante AM.

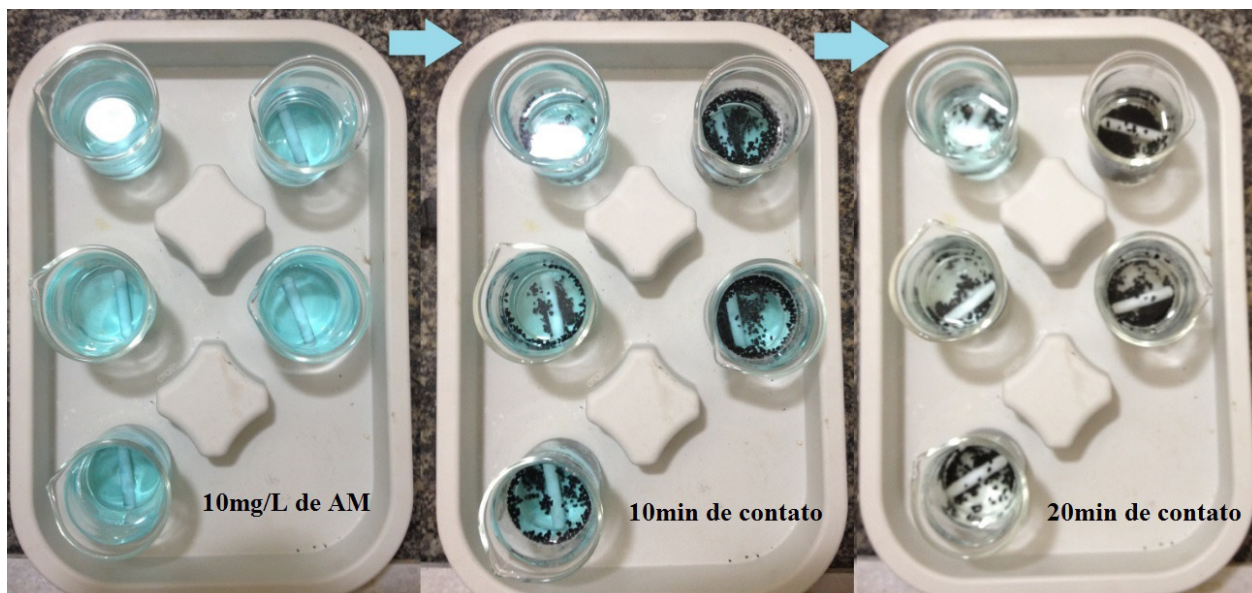


Figura 02 – Ensaio de adsorção do corante azul de metileno com diferentes pesos de carvão ativado do resíduo do caroço de açaí na granulometria de 1,2mm.

Fonte: autores, 2016

Percebe-se que após 10 minutos de contato que há a atenuação da cor do corante e com o decorrer dos 20 minutos houve praticamente total remoção de cor, sendo o peso de 0,2g de CA o único que teve a coloração azul remanescente. A seguir na Figura 03 é apresentada a relação de adsorção do corante AM em função do peso e eficiência de adsorção com os tempos de 10 e 20 minutos.

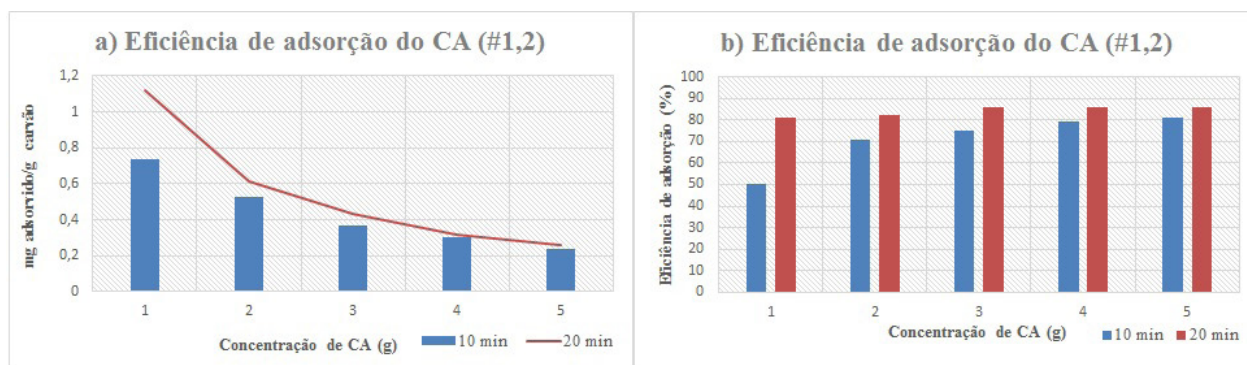


Figura 03 – a) Relação de adsorção do corante azul de metileno em função do peso de carvão ativado do resíduo do açaí na granulometria de 1,2mm; b) Eficiência de adsorção do corante azul de metileno com os tempos de contato de 10 e 20 minutos no carvão ativado do resíduo do açaí na granulometria de 1,2mm.

Fonte: autores, 2016

Analisando a Figura 03a nota-se que há grande aumento na relação de adsorção por grama de CA para o peso de 0,2g e para os demais pesos não há variações expressivas. Para a Figura 03b percebe-se que para todos os pesos de CA, foram obtidas eficiências próximas, logo, infere-se que para o tempo de 20 minutos de contato foi suficiente para o equilíbrio de adsorção ou saturação dos sítios do CA. Além disso, para o tempo de 20 minutos de contato, a partir do peso de 0,2g não há mudança expressiva nos resultados, tal fato foi relatado por Schneider (2008), em seu estudo de compostos fenólicos, explicitando que após certa massa de CA é obtido o

equilíbrio entre as fases líquida e sólida dos compostos, ou seja, não haverá aumento na mudança da eficiência independentemente da dosagem de CA. Nievesberg (2012), na sua pesquisa de adsorção do corante AM com carvão ativado produzido a partir da casca do tungue (*Aleurites fordii*), também encontrou estagnação de eficiência a partir de determinada massa de CA. Foi realizado o teste-t para as eficiências obtidas com os pesos de 0,4, 0,6, 0,8 e 1,0g de CA, os resultados são apresentados na Tabela 02.

Tempo de contato	n		DP	Min	Máx	t	p uni	p bi
20 minutos	4	85,75%	2,87%	82%	89%	0	0,500	1,000

H_0 : hipótese nula, variáveis com o valor p maior que α , afirma-se que não houve diferença entre as médias, ou seja, com o acréscimo da massa de carvão ativado não há alteração significativa da eficiência de adsorção do AM.

H_1 : hipótese alternativa, variáveis com o valor p menor que α , afirma-se que houve diferença entre as médias, ou seja, com o acréscimo da massa de carvão ativado faz com que haja alteração significativa na eficiência de adsorção do AM.

Tabela 02 – Teste-t para as eficiências de adsorção do corante azul de metileno com o carvão ativado de resíduo do açaí na granulometria de 1,2mm.

Fonte: autores, 2016

Após a realização do teste de hipóteses obteve-se valor de t igual 0, valores de p correspondentes a 0,500 para o teste unilateral e 1,000 para o bilateral. Logo, pode-se rejeitar a hipótese alternativa, tanto pelo teste uni e bilateral, e aceitar a hipótese nula, que afirma que não houve mudanças significativas nas eficiências de adsorção com o acréscimo da massa de CA a partir do peso de 0,4g. A seguir na Figura 04, são apresentadas as regressões não lineares da eficiência de adsorção em relação a massa de CA utilizado.

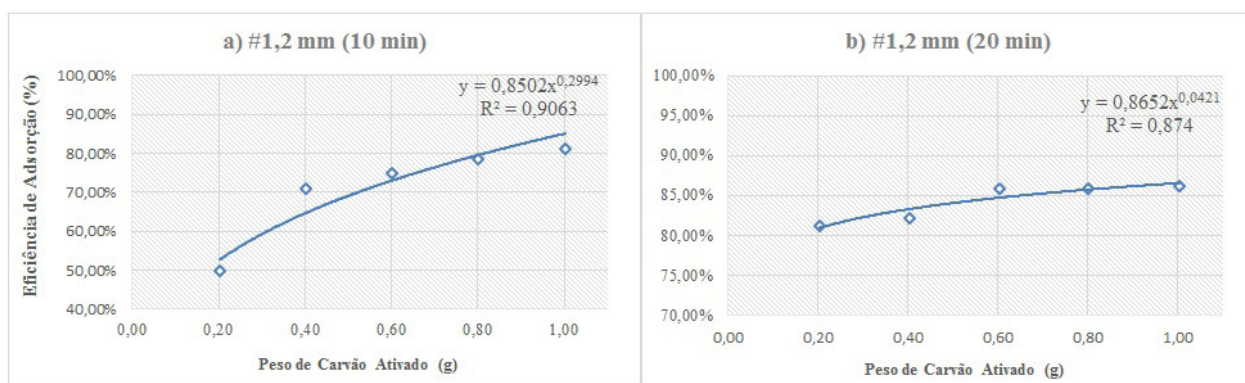


Figura 04 – a) Regressão não-linear da eficiência de adsorção em relação a massa de CA de resíduo de açaí na granulometria de 1,2 mm no período de 10 minutos de contato; b) Regressão não-linear da eficiência de adsorção em relação a massa de CA de resíduo de açaí na granulometria de 1,2 mm no período de 20 minutos de contato.

Fonte: autores, 2016

Nota-se que a partir da Figura 04a que há uma relação entre a eficiência de adsorção e o peso de carvão ativado bem acentuada, ressaltando o comportamento íngreme da linha de tendência, tal fato para os 10 minutos de contato pode ser escrito

em uma equação potencial com nível de certeza (R^2) correspondente a 90,63%. Analisando a Figura 04b percebe-se a mudança do comportamento da linha de tendência, tendo característica de ser menos íngreme, se comparada ao tempo de contato de 10 minutos, denotando que houve uma pequena mudança nas eficiências em decorrência da variação da massa de CA. Entretanto, tal correlação pode ser escrita em forma de equação potencial com R^2 correspondente a 87,40% de certeza. Para se ter certeza que realmente houve alterações significativas a partir da variação do tempo de contato foi realizado o teste-t para amostras relacionadas, os resultados são apresentados na tabela abaixo.

Tempo de contato	n	DP	Min	Máx	t	P uni
10 minutos	6	4,08	3,11	1,89	10	2,46 0,0283
20 minutos	6	2,98	3,44	1,39	10	

$H_{0\ 10}$: hipótese nula, variáveis com o valor p maior que α , afirma-se que não houve diferença entre as médias, ou seja, com mais 10 minutos de contato não ocorreu alteração significativa se comparado com os 10 minutos iniciais.

$H_{1\ 10}$: Hipótese alternativa, variáveis com o valor p menor que α , afirma-se que houve diferença entre as médias, ou seja, com a inserção de mais 10 minutos tiveram eficiência significante se comparado com os 10 minutos iniciais.

Tabela 03 – Teste-t para amostras relacionadas com os tempos de 10 e 20 minutos de contato do corante azul de metileno com o carvão ativado de resíduo do açaí na granulometria de 1,2mm.

Percebe-se com o auxílio da tabela acima que os desvios-padrão das concentrações finais para os tempos de contato de 10 e 20 minutos foram de 3,11 e 3,44mg/L, respectivamente, com médias de 4,08 e 2,98mg/L para 10 e 20 minutos de teste de adsorção. Foi obtido o valor t correspondente a 2,46 e valor p igual a 0,0283, portanto, rejeita-se a hipótese de nulidade e aceita-se a hipótese alternativa que afirma que com o acréscimo de 10 minutos de contato adicional causou um impacto significativo na eficiência de redução do corante azul de metileno.

4 | CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos após a realização dos ensaios, pode-se concluir, no que se refere ao tempo de contato com o corante azul de metileno, que o peso de 1,0g foi a mais eficiente, tendo em vista uma adsorção de 81% já nos primeiros dez minutos, enquanto que o carvão de peso 0,2g apresentou a menor eficiência em relação a remoção de cor, apenas 50% no primeiro tempo. No entanto, a relação de adsorção de azul de metileno com a massa de carvão ativado, mostra que o peso de 1g possui relação de 0,24mgAM/gCA e de 0,4g mostra relação de 0,53mgAM/gCA, sendo cerca de duas vezes maior que o resultado apresentado com a maior massa.

Apesar da maior massa de carvão ativado (1,0g) apresentar melhor eficiência nos primeiros 10 minutos de contato, não é o mais eficiente do ponto de vista custo

benefício, uma vez que com apenas 40% dessa massa (0,4g) obteve-se eficiência de adsorção de 71%, tendo variação de apenas 10% de eficiência de adsorção, se comparado com o peso de 1,0g.

Quanto a adsorção, percebe-se que entrou em uma fase de estagnação após o tempo de vinte minutos onde todos os pesos passaram a apresentar valores bem próximos - dentro da faixa de 10 pontos percentuais. Dessa forma, o aumento do tempo não proporcionaria melhora significativa no processo de adsorção.

O teste-t de mostrou que a partir do peso 0,4g o aumento de massa não mostra melhorias significativas, no que se refere a remoção do corante, durante o tempo proposto, tendo em vista que a diferença da concentração final do AM em relação ao peso de 1,0g é de apenas 8 pontos percentuais.

O caroço de açaí como carvão ativado mostrou-se eficiente na redução do corante de azul de metileno dentro das massas apresentadas, porém, se faz necessário a realização de estudos com o caroço em contato com a solução com outras massas de carvão ativado e tempos menores de ensaio.

REFERÊNCIAS

BRASIL. MENDES, A. **Os Benefícios do Açaí**. 2012. Disponível em: <<http://portalsaude.saude.gov.br/>>. Acesso em: 27 ago. 2016.

CLAUDINO, A. **Preparação De Carvão Ativado A Partir De Turfa E Sua Utilização Na Remoção De Poluentes**. Florianópolis, 2003.

COELHO, E. R. C.; BERNARDO, L. **Remoção de atrazina e metabólitos pela filtração lenta com leite de areia e carvão ativado granular**. Vitória: Abes, 2012.

FURLANETO, I. P.; AYRES, M.; SANTOS, B. A. **A Escolha do Teste Estatístico**. 2 Belém: Ponto Press Ltda.; 2013.

HOMMA, A. K. O. **Sistemas de Produção: Açaí**. 4. ed. Belém: EMBRAPA, 2005.

HOMMA, A. K. O.; NOGUEIRA, O. L.; MENEZES, A. J. E. A.; CARVALHO, J. E. U.; NICOLI, C. M. L.; MATOS, G. B. **Açaí: novos desafios e tendências. Amazônia: Ciência e Desenvolvimento**, Belém, v.1, n. 2, p. 7-23, jan/jun. 2006.

NIEDERSBERG, C. **Ensaio de adsorção com carvão ativado produzido a partir da casca do tungue (Aleurites fordii), resíduo do processo de produção de óleo**. Dissertação de Mestrado. Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC. Santa Cruz do Sul: [s.n.], 2012. p. 65 p.

SCHNEIDER, E. L. **Adsorção de compostos fenólicos sobre carvão ativado**. Dissertação em Engenharia Química. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo. 93 p. 2008.

EFEITOS DO MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL SOBRE A COMUNIDADE DE AVES EM UMA FLORESTA DE TERRA FIRME NA AMAZÔNIA CENTRAL

José Carlos Rodrigues Soares

Universidade Federal do Amazonas (UFAM),
Faculdade de Ciências Agrárias-FCA
Manaus-AM

Adriene de Oliveira Amaral

Universidade Federal do Amazonas (UFAM),
Faculdade de Ciências Agrárias-FCA
Manaus-AM

Roberta Souza de Moura

Universidade Federal do Amazonas (UFAM),
Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia-ICET
Itacoatiara-AM

Rubia Pereira Ribeiro

Universidade do Estado do Amazonas (UEA),
Centro de Estudos Superiores de Itacoatiara
(CESIT)
Itacoatiara-AM

Louri Klemann-Jr

Universidade do Estado do Amazonas (UEA),
Centro de Estudos Superiores de Itacoatiara
(CESIT)
Itacoatiara-AM

RESUMO: O manejo florestal sustentável tem como objetivo conciliar a exploração madeireira com a conservação da biodiversidade. No entanto, apesar de buscar manter a integridade e a funcionalidade dos ecossistemas florestais, os impactos desta atividade sobre a avifauna amazônica ainda são pouco conhecidos. Assim,

o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos do manejo florestal sustentável sobre a avifauna em uma floresta de terra firme na Amazônia central. Para isso foi realizada a captura e marcação de aves em três áreas: uma área manejada no ano de 2013 (Área 01); uma área de preservação permanente (Área 02); e uma área com previsão de manejo para o final de 2017 (Área 03). Foram capturados 57 indivíduos de 21 espécies na Área 01, 55 indivíduos de 28 espécies na Área 02 e 77 indivíduos de 28 espécies na Área 03. O número de espécies e de indivíduos não apresentou diferença significativa entre as áreas. No entanto, a Área 01 apresentou menor diversidade ($H' = 1.18$) quando comparada a área 02 ($H' = 1.32$) e a área 03 ($H' = 1.32$). Ainda, a similaridade da avifauna da Área 01 em relação às Áreas 02 ($C_H = 39.38\%$) e 03 ($C_H = 56.48\%$) foi menor quando comparada a similaridade entre as Áreas 02 e 03 (75.55%), indicando que apesar do valor do índice de diversidade ser muito próximo entre as áreas existe variação na composição das espécies entre a área manejada e as áreas não manejadas.

PALAVRAS-CHAVE: Exploração florestal, Aves, Diversidade, Conservação.

ABSTRACT: Sustainable forest management aims to reconcile logging with biodiversity conservation. However, despite seeking to

maintain the integrity and functionality of forest ecosystems, the impacts of this activity on Amazonian avifauna are still poorly understood. Thus, the objective of this study was to evaluate the effects of sustainable forest management on avifauna in a dry land forest in central Amazonia. For this purpose, the capture and marking of birds was carried out in three areas: an area managed in 2013 (Area 01); a permanent preservation area (Area 02); and an area that will be managed in 2017 (Area 03). A total of 57 individuals were identified from 21 species in Area 01, 55 individuals from 28 species in Area 02 and 77 individuals from 28 species in Area 03. The number of species and individuals did not present significant differences between areas. However, Area 01 presented lower diversity ($H' = 1.18$) when compared to area 02 ($H' = 1.32$) and area 03 ($H' = 1.32$). Also, the similarity of the avifauna of Area 01 in relation to Areas 02 ($CH = 39.38\%$) and 03 ($CH = 56.48\%$) was smaller when compared to the similarity between Areas 02 and 03 (75.55%), indicating that despite the value of the diversity index is very close between the areas there is variation in the composition of the species between the managed area and the unmanaged areas.

KEYWORDS: Logging, Birds, Diversity, Conservation

1 | INTRODUÇÃO

A floresta amazônica possui grande potencial para produzir recursos madeireiros e não madeireiros, sendo a madeira o produto mais explorado atualmente (BARROS; VERÍSSIMO, 2002). Com o objetivo de explorar a floresta de forma sustentável, a adoção de planos de manejo florestal vem sendo praticada como política ambientalmente correta na Amazônia (GARRIDO-FILHA, 2002). Os preceitos do plano de manejo florestal se fundamentam na *“administração da vegetação natural para a obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema objeto do manejo”* (LEI 12.651/2012).

No entanto, apesar de objetivar a sustentação dos ecossistemas, as consequências biológicas e físicas ocasionadas pela exploração de florestas tropicais ainda é tema de muitos debates, e mesmo a prática do manejo sustentável ainda é questionada quanto a sua viabilidade econômica e quanto aos seus efeitos sobre a conservação da biodiversidade florestal (CHAZDON, 1988). Entre os principais impactos das atividades do manejo florestal para a fauna estão as alterações na estrutura da floresta, sendo a intensidade das atividades de exploração diretamente relacionada à grandeza destes impactos (LAUFER *et al.*, 2013).

Além da intensidade, a extensão das atividades do manejo florestal e o período de tempo pós-exploração são considerados os fatores mais importantes para a compreensão dos efeitos do manejo sobre a fauna (JOHNS, 1991). Ainda, mesmo a fauna sendo um dos elementos fundamentais na manutenção e nos processos ecossistêmicos (COELHO *et al.*, 2004), estudos que avaliem os efeitos causados às comunidades animais pela exploração florestal são escassos (WHITMAM *et al.*, 1998).

Dentre os grupos animais, a avifauna é um dos mais utilizados para a avaliação dos efeitos causados pela exploração florestal (MASON *et al.*, 2001), sendo as espécies de sub-bosque e de solo da floresta as mais afetadas por estas atividades (ALEIXO, 1999; HENRIQUES *et al.*, 2008). No entanto, considerando que estudos desta natureza na Amazônia ainda são limitados, generalizações de resultados obtidos em outros ambientes podem não ser possíveis. Desta forma, e considerando o exposto acima, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos do manejo florestal sustentável sobre a avifauna em uma floresta de terra firme na Amazônia central.

2 | METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido em uma área de exploração florestal pertencente a empresa Mil Madeiras Preciosas do grupo Precious Woods, localizada no município de Silves (AM), à aproximadamente 230 km a leste de Manaus (AM). Segundo a classificação de Koppen-Geiger, o clima da região é do tipo Am (Tropical chuvoso), apresentando precipitação média anual de 2.220 mm e com temperatura média anual de 26°C (KOTTEK, 2006). O solo da região é classificado como latossolo amarelo distrófico, segundo dados do projeto RADAMBRASIL (1978). O solo apresenta baixa fertilidade natural, alta taxa de alumínio e textura argilosa (MENDONÇA, 2003). A tipologia florestal é caracterizada como Floresta Ombrófila Densa, formada por espécies arbóreas de grande porte, com presença de lianas lenhosas e epífitas (IBGE, 1992).

Para a realização do estudo foram amostradas três áreas: Área 01 - área alterada pela prática de manejo florestal de baixo impacto, com exploração no ano de 2013 (um ano antes do início das amostragens); Área 02 - área de preservação permanente, e Área 03 - área com previsão de manejo para o final de 2017. As amostragens ocorreram entre agosto de 2014 e julho de 2015, em 12 fases de campo, totalizando quatro fases por área com dois dias de duração cada.

Para avaliar os efeitos do manejo florestal sustentável sobre a comunidade de aves foi realizada a captura e marcação dos indivíduos no sub-bosque da floresta, com a utilização de 12 redes de neblinas (3x12m e malha 20 mm) armadas no amanhecer do primeiro dia e retirada no fim da tarde do segundo dia de amostragem, totalizando 264 horas/rede por área amostrada. As aves capturadas foram identificadas e anilhadas com anilhas metálicas fornecidas pelo Centro Nacional de Pesquisa Para a Conservação das Aves Silvestres (CEMAVE).

Para avaliar se houve diferença no número de espécies e de indivíduos entre as áreas foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis. Como medida de diversidade da área manejada e das áreas não manejadas foi utilizado o índice de diversidade de Shannon-Wiener (H'), calculado com o software BioEstat 5.3 (AYRES *et al.*, 2007). Este índice leva em consideração a riqueza e equitabilidade das espécies encontradas nas áreas

(SHANNON, WIENER, 1949). Para avaliar a similaridade na composição da avifauna entre as áreas amostradas foi utilizando o índice de Morisita-Horn (C_H) (HORN, 1996), calculado com o software Lizaro Morisita Calc (LIZARO, 2007).

3 | RESULTADOS

Durante as 12 amostragens realizadas nas três áreas avaliadas foram capturados 189 indivíduos de 49 espécies, pertencentes a 20 famílias. Na Área 01 foram capturados 57 indivíduos de 21 espécies, pertencentes a 13 famílias. Na Área 02 foram capturados 55 indivíduos de 27 espécies, pertencentes a 13 famílias. Na área 03 foram capturados 77 indivíduos de 28 espécies, pertencentes a 18 famílias.

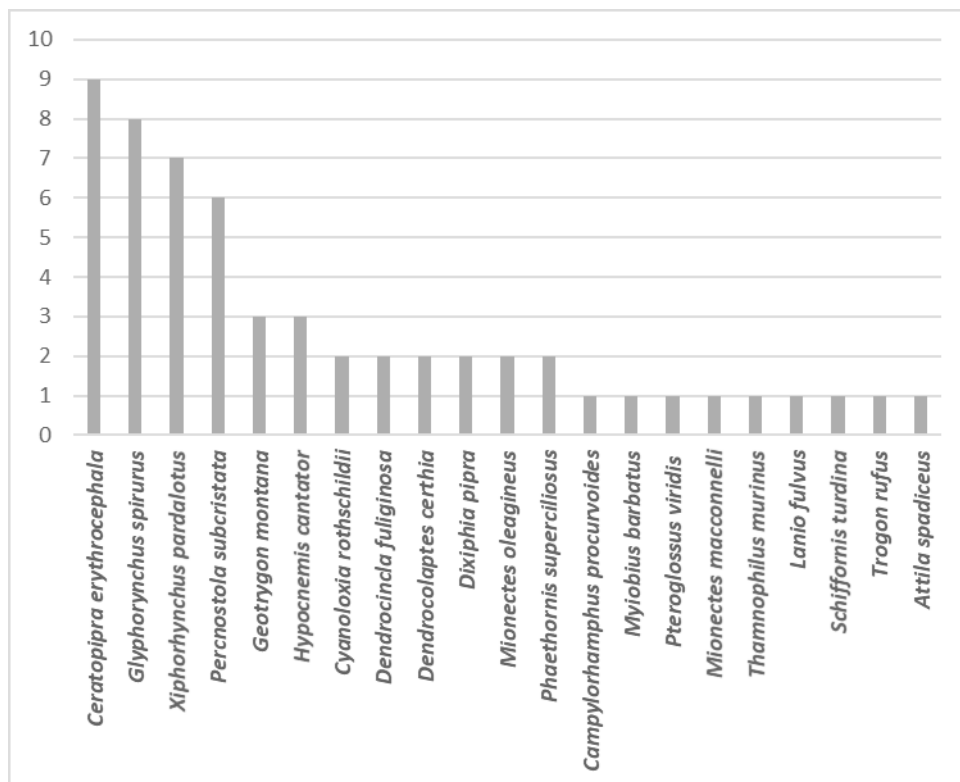


Gráfico 1- Número de indivíduos por espécie capturados na área 01

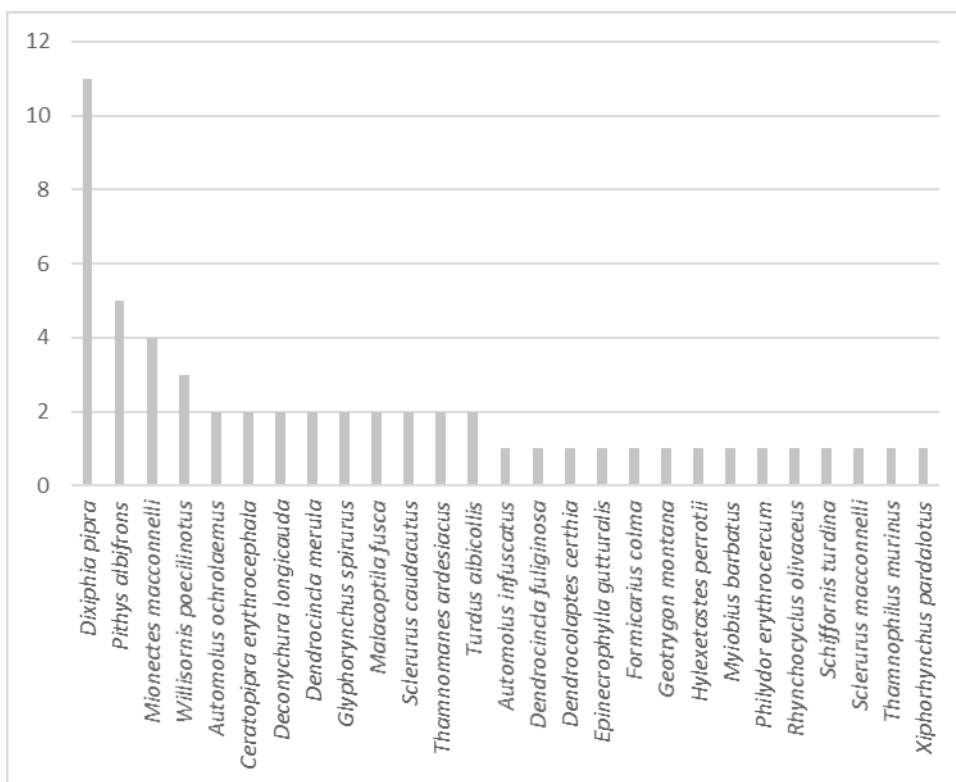


Gráfico 2- Número de indivíduos por espécie capturados na área 02

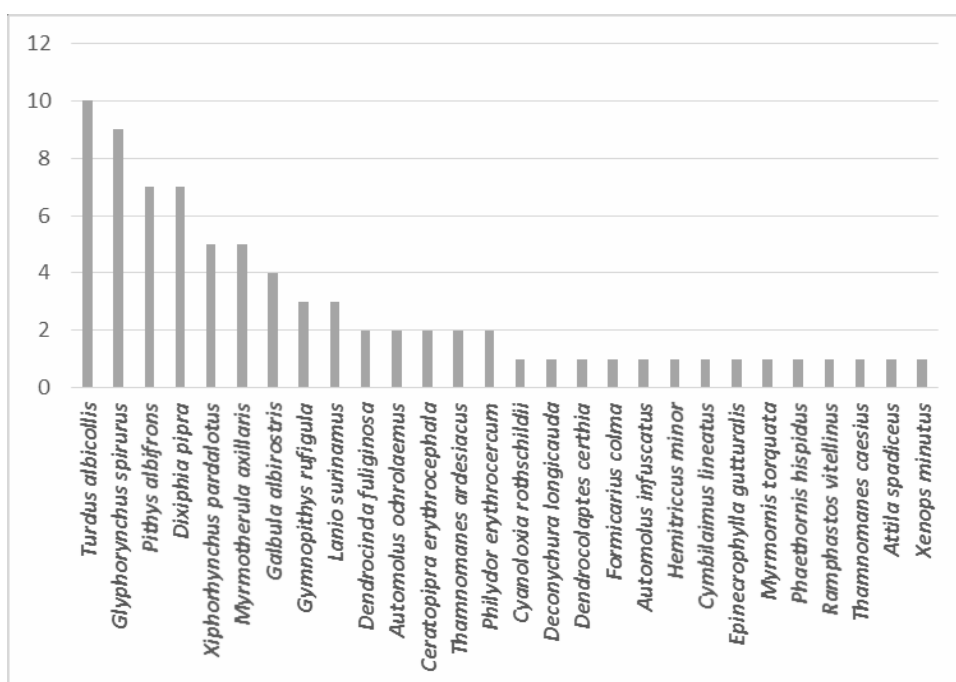


Gráfico 3- Número de indivíduos por espécie capturados na área 03

Os índices de diversidade de Shannon-Wiener variaram de 1.18 (Área 01) a 1.32 (Áreas 02 e 03). Considerando as três áreas juntas houve um aumento no índice de diversidade (1.49). A similaridade entre as áreas, calculada com o índice de Morisita-Horn, apresentou valores de 39.38% entre as Áreas 01 e 02, 56.48% entre as Áreas 01 e 03 e 75.55% entre as Áreas 02 e 03.

Os resultados da análise de variância, calculada através do teste de Kruskal-

Wallis, indicam que não houve diferença significativa no número de espécies (Hc: 1.14, p: 0.56) e no número de indivíduos (Hc: 1.14, p: 0.56) entre as áreas amostradas.

4 | DISCUSSÃO

Os resultados mostraram que houve redução de 25% no número de espécies encontradas na área explorada em relação às duas áreas não exploradas, essa redução também foi observada no número de indivíduos. Estudos desenvolvidos por Johns (1996) e por Thiollay (1992) indicam reduções da ordem de 14% a 61% no número de espécies em áreas de exploração madeireira. No entanto, apesar da redução observada na área manejada, a diferença no número de espécies e de indivíduos entre as áreas não foi significativa. Já, os índices de diversidade e de similaridade indicam que existe diferença entre composição e abundância de espécies entre as áreas.

Os índices de diversidade obtidos mostram uma redução da diversidade na Área 01 (1.18) em relação às Áreas 02 (1.32) e 03 (1.32). Esta redução pode ser associada às perturbações na estrutura da floresta, refletindo em alterações na composição e estrutura das comunidades animais (THIOLLAY, 1997). A proximidade entre os valores dos índices de diversidade encontrados nas Áreas 02 e 03 pode ser associada ao fato destas áreas não terem sido submetidas à exploração madeireira, sendo assim mais semelhantes quanto à estrutura de sua vegetação e, conseqüentemente, quanto à composição de suas comunidades de aves. O aumento no valor do índice de diversidade, ao serem consideradas as três áreas conjuntamente, pode ser associado ao aumento da heterogeneidade do ambiente quando áreas não manejadas são consideradas em conjunto com a área manejada.

Comparando os índices de similaridade entre as áreas amostradas é possível observar que as Áreas 02 e 03 são bastante similares quanto a composição de suas avifaunas (similaridade de 75.55%). Este resultado corresponde ao esperado, uma vez que estas áreas não sofreram manejo florestal e, portanto, devem manter suas comunidades animais e vegetais mais similares entre si (THIOLLAY, 1992; COSTA e MAGNUSSON, 2003; HENRIQUES *et al.*, 2008). A área manejada, quando comparada com as áreas não manejadas, apresentou menor similaridade. Este resultado sugere que alterações na estrutura da vegetação afetaram diretamente a composição da comunidade de aves na área manejada, tornando-a diferente daquela encontrada nas áreas não manejadas. Ainda, este resultado confirma o que foi encontrado em outros estudos (ALEIXO, 1999; GUILHERME e CINTRA, 2001; HENRIQUES *et al.*, 2008), que mostram mudanças nas comunidades de aves ocasionadas pelas atividades do manejo florestal sustentável.

5 | CONCLUSÃO

O menor índice de diversidade encontrado na Área 01 e a baixa similaridade encontrada entre as Áreas 01 e 02 e 01 e 03 podem estar associados às alterações causadas pelo manejo florestal na estrutura da floresta. Estas alterações possibilitam a ocupação das áreas manejadas por espécies mais adaptadas a ambientes alterados ou a estágios menos avançados de sucessão ecológica, espécies estas que diferem daquelas encontradas em áreas não manejadas. O aumento do índice de diversidade ao serem consideradas as três áreas conjuntamente pode estar associado ao aumento da heterogeneidade do ambiente, com a presença de áreas mais e menos alteradas, permitindo a coexistência de espécies com diferentes exigências quanto à estrutura da vegetação.

Desta forma, apesar dos efeitos do manejo florestal serem localmente negativos ao serem avaliadas a riqueza de espécies e a diversidade, a presença de áreas manejadas e não manejadas (ex. áreas de preservação permanente e de reserva) podem contribuir para o aumento da diversidade total em uma escala mais ampla. Neste sentido, a intensidade e a extensão da exploração florestal, conforme mencionado por outros autores, são determinantes quanto aos efeitos do manejo florestal sobre a comunidade de aves e de outros grupos animais. Assim, análises que avaliem explicitamente estes parâmetros são importantes para a compreensão dos impactos do manejo florestal sustentável sobre a fauna, e podem contribuir para que o planejamento da exploração florestal cumpra com a função de conservação dos recursos naturais, com a preservação da estrutura da floresta e de suas funções, e com a manutenção da diversidade biológica.

REFERÊNCIAS

ALEIXO, A. **Effects of selective logging on a bird community in the Brazilian atlantic forest.** The Condor, California, n. 101, p. 537-548, 1999.

AYRES, M., AYRES Jr, M., AYRES, D.L., SANTOS, A.A.S. **Bioestat 5.0 aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas.** Belém: IDSM, 2007.

BARROS, A.C. VERÍSSIMO, A. **A Expansão madeireira na Amazônia: Impactos e perspectivas para o desenvolvimento sustentável no Pará.** - Belém: Imazon, 2002.

CHAZDON, R.L. **Tropical Forests-Log 'em or Leave 'em?** Science, New Series, Vol. 281, No. 5381. p. 1295-1296, 1998.

COELHO, A. DE S.; LOYOLA, R. D.; SOUZA, M. B. G. **Ecologia Teórica: Desafios para o aperfeiçoamento da Ecologia no Brasil.** Belo Horizonte: Ed. O Lutador, p.49, 2004.

COSTA, F.R.C., MAGNUSSON, W.E. **Effects of selective logging on the diversity and abundance of flowering and fruiting understory plants in Central Amazonian forest.** Biotropica 35, 103–114, 2003.

GARRIDO FILHA, I. **Manejo florestal: questões econômicas –financeiras e ambientais.** Estudos

avançados 16 (45), 2002. Disponível em:<http://www.scielo.br/pdf/ea/v16n45/v16n45a07.pdf> Acesso em:01 agost. 2015.

GUILHERME, E.; CINTRA, R. **Effects of intensity and age of selective logging and tree girdling on an understory bird community composition in central Amazônia, Brazil.** *Ecotrópica*, Hamburg, v. 7, p. 77-92, 2001.

HENRIQUES, L.M.P. et al. **Efeitos da Exploração Madeireira de Baixo Impacto sobre uma Comunidade de Aves de Subbosque na Floresta Nacional do Tapajós, Pará, Brasil.** s.l., s.n., 2008.

HORN H. **Measurement of “overlap” in comparative ecological studies.** *Am Nat* 100: p. 419-424, 1966.

IBGE - FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico da vegetação brasileira. Série manuais Técnicos de Geociências.** Rio de Janeiro, p. 92, 1992.

JOHNS, A.D. **Responses of Amazonian rain forest birds to habitat modification.** *Journal of Tropical Ecology*, 7: p. 417-437, 1991.

JOHNS, A.G. **Bird population persistence in Sabahan logging concessions.** *Biological Conservation*, 75: p. 3-10, 1996.

KOTTEK, M.J. GRIESER, C. BECK, B. RUDOLF, F. **WorldMap of Köppen-Geiger Climate Classification updated:** *Meteorol. Z.*, Ed 15, p. 259-263, 2006.

LAUFER, J.MICHALSKI, F. PERES, C.A. **Assessing sampling biases in logging impact studies in tropical forests.** *Mongabay.com Open Access Journal – Tropical Conservation Science* Vol.6 (1):16-34, 2013.

LIZARO, Soft. Lizaro Morisita Calc. **Cálculo de índice de Morisita.** Mantenedor: William Costa Rodrigues (Lizaro Soft – Inovação em Softwares). 2007.

MANSON, D.J.; THIOLLAY, J.M. **Tropical Forestry And The Conservation Of Neotropical Birds.** New York: Columbia University Press, p. 167-191, 2001.

MENDONÇA, A.C.A. **Caracterização e simulação dos processos dinâmicos de uma área de floresta tropical de terra firme utilizando matrizes de transição.** Dissertação de mestrado – Universidade Federal do Paraná, PR. 2003.

MIRANDA, P.N. et al. - **A Riqueza E Composição De Formigas Como Indicadores Dos Efeitos Do Manejo Florestal De Baixo Impacto Em Floresta Tropical No Estado Do Acre -** *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.37, n.1, p.163-173, 2013.

PETER C. F. **Conserving Wildlife in Tropical Forests Managed for Timber-** *BioScience*, Vol. 45, No. 7, p. 456-464, 1995.

RADAMBRASIL. Programa de Integração Nacional. **Levantamento de Recursos Naturais: Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso Potencial da Terra.** Santarém: DNPM, Ministério das Minas e Energia. v. 10. f SA21, p 509, 1958.

SHANNON, C.E.; WIENER, W. **The mathematical theory of communication.** Urbana: University of Illinois Press, 1949.

THIOLLAY, J.M. **Influence of selective logging on bird species diversity in a Guianan rain forest.** *Conservation Biology*, 6: 4763, 1992.

THIOLLAY, J.M. **Disturbance, selective logging and bird diversity: A Neotropical forest study.** Biodiversity and Conservation, 6: p. 1155-1173, 1997.

WHITMAN, A.A.; HAGAN, J. M.III; BROKAW, N. V. L. **Effect of selective logging on birds of northern Belize.** Biotropica, 30: p. 449-457, 1998.

ESTUDO DE VAZÕES DE REFERÊNCIA DO RIO MAICURU: IMPLICAÇÕES NA INFRAESTRUTURA URBANA NO MUNICÍPIO DE MONTE ALEGRE (PA)

Luana Cristina Pedreira Lessa

Universidade Federal do Pará, Mestranda no
Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil
– PPGEC/UFPA
Belém – Pará

Sirlene Maria Paixão da Silva Fayal

Universidade Federal do Pará, Faculdade de
Engenharia Sanitária e Ambiental
Belém – Pará

Cleyton Eduardo Costa Ferreira

Universidade Federal do Pará, Faculdade de
Engenharia Sanitária e Ambiental
Belém – Pará

Higor Ribeiro Borges

Universidade Federal do Pará, Faculdade de
Engenharia Sanitária e Ambiental
Belém – Pará

Josiane Coutinho Vilhena

Universidade Federal do Pará, Faculdade de
Engenharia Sanitária e Ambiental
Belém – Pará

Diego Macapuna da Silva

Universidade Federal do Pará, Faculdade de
Engenharia Sanitária e Ambiental
Belém – Pará

Maurício Takemura

Faculdade DeVry Faci, Curso de graduação em
Engenharia Civil.
Belém – Pará

dados de vazão registrados por uma estação fluviométrica na região de abrangência da bacia do Amazonas no Município de Monte Alegre (PA) com o número de ocorrências do fenômeno de inundação gradual no mesmo município em função da vazão de referência do rio Maicuru, segundo dados de 1991 a 2010 do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais Volume Pará. Os dados de vazão de referência são resultado das medições operadas pela Companhia de Pesquisa de Recursos Naturais (CPRM – Serviço Geológico do Brasil) na estação fluviométrica ARAPARI (18200000), cujo responsável é a Associação Brasileira de Águas (ANA). O município localiza-se na porção noroeste do Estado do Pará e pertence à Mesorregião do Baixo Amazonas, Microrregião de Santarém. A problemática quanto a questão hidrológica na região é referente a urbanização desordenada em áreas da cidade, que sofrem anualmente pelas enchentes ocasionadas naturalmente a partir da sazonalidade. Os períodos do ano que mais apresentaram casos de Inundação Brusca foram de fevereiro a junho, quanto a Inundação Gradual foi de Fevereiro a Julho. Sendo assim, a estrutura de drenagem de águas pluviais deve ser dimensionada para ser inteiramente eficiente, pois ainda que os picos tenham baixa probabilidade de ocorrência, caso o sistema de drenagem do município não esteja preparado para escoar a vazão excedente, será ainda

RESUMO: Este trabalho visou associar os

possível que hajam ocorrências de inundações. Medidas quanto a alertas devem ser implementadas a fim de minimizar os impactos resultantes, além de reforçar o sistema de alerta à população.

PALAVRAS-CHAVE: Desastres naturais. Recursos Hídricos. Gestão do uso e ocupação do solo. Fluviometria.

ABSTRACT: The purpose of this study was to associate the flow data recorded by a fluviometric station in the Amazonas basin region in the Municipality of Monte Alegre (PA), with the number of occurrences of the phenomenon of gradual flooding in the same municipality as a function of the reference flow of the river Maicuru, according to data from 1991 to 2010 of the Brazilian Atlas of Natural Disasters Volume Pará. The reference flow data are the result of the measurements carried out by the Natural Resources Research Company (CPRM - Geological Service of Brazil) at the fluvial station ARAPARI (18200000), whose head is the Brazilian Water Association (ANA). The municipality is located in the northwest portion of the State of Pará and belongs to the Meso-region of Lower Amazonas, Microregion of Santarém. The problematic regarding the hydrological issue in the region is related to disorderly urbanization in areas of the city, which suffer annually from the floods occasioned naturally from the seasonality. The periods of the year that presented the most cases of Sharp Flood was from February to June, as the Gradual Flood was from February to July. Therefore, the rainwater drainage structure must be dimensioned to be fully efficient, since even if the peaks have a low probability of occurrence, if the drainage system of the municipality is not prepared to drain the excess flow, it will still be possible occurrence of floods. Alerting measures should be implemented in order to minimize the resulting impacts, as well as reinforce the alert system for the population.

KEYWORDS: Natural disasters. Water resources. Management of land use and occupation. Fluviometry.

1 | INTRODUÇÃO

Desastres naturais podem ser definidos segundo a UN-ISDR (2009) como perturbação que compromete o funcionamento de uma comunidade ou sociedade provocando perdas humanas, materiais, econômicas ou ambientais em grande proporção, conseqüentemente afeta o potencial da comunidade ou sociedade em arcar com seus próprios recursos.

No Brasil os principais fenômenos naturais que ocasionam desastres são quanto a dinâmica externa da terra, entre elas, as inundações e enchentes, enxurradas, deslizamento dos solos e rochas, e tempestades (REIS et al, 2012). As inundações são o transbordamento de águas de um curso d'água atingindo a planície. Já as enchentes ou cheias são caracterizadas pelo aumento do nível da água no canal de drenagem pelo aumento da vazão, atingindo assim a cota máxima do canal. E as enxurradas apresentam alta energia de transporte e com escoamento superficial concentrado, que

tem sua possível ocorrência devido o domínio dos processos fluviais (Min. Cidades/IPT, 2007).

Em comparação ao aumento no número de ocorrências entre décadas no Brasil, de 1990 a década de 2000 os casos de desastres por inundação subiram de 20% a 80% e enxurradas de 28% a 72% (Atlas Brasileiro de Desastres Naturais, Volume Brasil 2013). A frequência anual dos registros de inundação no Brasil se encontra entre os mais afetados pelos impactos provenientes de inundações e enchentes.

No Estado do Pará a maior incidência de catástrofes naturais ocorridas são provenientes de inundações graduais (DIAS et al, 2013). As inundações graduais estão relacionadas com as cheias dos rios, que são altamente frequentes e ocasionam diversos problemas ao Estado, devido afetar diretamente a população ribeirinha, comércios, população urbana locais, edificações, gerando entre outras implicações ao ambiente. Os municípios mais afetados no Estado do Pará, no período de 1991 a 2010, foram os municípios de Monte Alegre, Óbidos e Marabá (UFSC, 2011. Vol. Pará).

Os estudos hidrológicos são dependentes da representatividade e da qualidade dos registros realizados em estações fluviométricas, com estes dados é possível caracterizar a variação das vazões de um curso d'água no tempo. O fluviograma é a representação gráfica dos dados de vazão médias no decorrer da série histórica (VON SPERLLING, 2007). Estudos de vazões é utilizado por alguns órgãos ambientais em avaliações de impacto ambiental e disponibilidade hídrica visando o gerenciamento de recursos hídricos.

As vazões de referências, ou mínimas, são obtida através da curva de permanência, que permite verificar a vazão do corpo hídrico em função do tempo percentual. Neste contexto o presente trabalho tem objetivo de identificar as vazões de referências do rio Maicuru no município de Monte Alegre -PA e associar as catástrofes naturais de inundações. Auxiliando na gestão dos recurso hídricos, devido a legislação usar as vazões de referência para indicar o limite para o uso sustentável do recurso hídrico.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Para obtenção da vazão de referência com 90% e 95% de permanência (Q90,95), foram utilizados dados de vazões diárias consistidos entre o período de 1972 a 12/2007 (35 anos) da estação fluviométrica ARAPARI, de código 18200000, cuja responsável é da Agência Nacional de Águas (ANA), porém é operada pela Companhia de Pesquisa de Recursos Naturais (CPRM – Serviço Geológico do Brasil). A estação está localizada nas coordenadas geográfica -1:46:44; -54:23:50, no Rio Maicuru no estado do Pará, com área de influência ou de drenagem de 12.400 km².

2.1 Caracterização da Área em Estudo

A Atual configuração do município de Monte Alegre foi estabelecida com base na lei n°. 158, de 31/12/48. O município localiza-se na porção noroeste do Estado do Pará e pertence à Mesorregião do Baixo Amazonas, Microrregião de Santarém, entre as coordenadas de 00°22'52" de latitude norte e 02°25'34" de latitude sul, 53°41'10" e 54°54'13" de longitude oeste. O município está limitado ao norte com os municípios de Almeirim e Alenquer, ao sul com os municípios de Santarém e Prainha, a leste com os municípios de Prainha e Almeirim, a oeste, com município de Alenquer, apresentando uma área de aproximadamente 20.400 km² (SEMAS – PA).

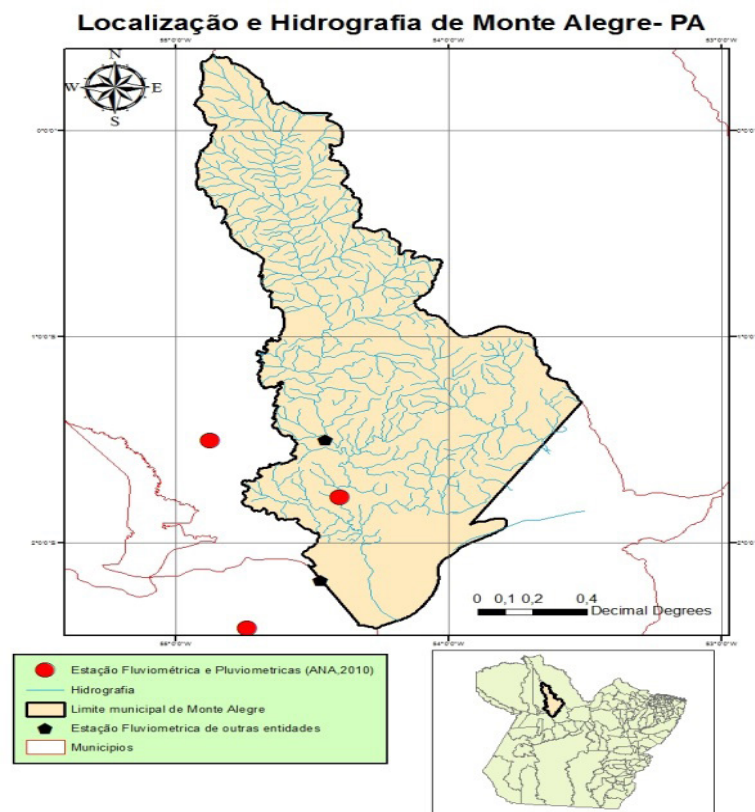


Figura 1 – Localização e rede Hidrográfica do Município de Monte Alegre (PA).

Fonte: DIAS *et al* (2013).

Segundo a CPRM quanto à vegetação, Monte Alegre é constituído por áreas com Vegetação Nativa, Áreas Antrópicas e Acidentes Geográficos, além de outro elemento denominado de Áreas Indefinidas. Ainda segundo o órgão, os principais acidentes geográficos no município estão representados pelos grandes rios, lagos e igarapés, que compõem a hidrografia da região. A rede hidrográfica do município é constituída por três bacias, que têm os rios Amazonas, Maicuru e Jauari como seus principais cursos d'água. Além destes, estas bacias são compostas por dentre outros lagos, igarapés e paranás, juntamente por outros cursos d'água de menor porte.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Inundação e Enchentes

A problemática da questão hidrológica na região é quanto a urbanização desordenada em áreas das cidades que sofrem anualmente das enchentes, ocasionadas naturalmente no período sazonal de aumento na intensidade pluviométrica, inverno Amazônico, onde são mais frequentes as cheias. Logo, o alerta nesses meses do ano deve ser total.

E nestas região os corpos hídricos são fundamental para os moradores da cidade, devido ser via natural de acesso às regiões mais distantes, além de que serem fonte de renda e alimentos para a população

As enxurradas são fortes condicionantes para as inundações, devido o município se localizar em uma região que detém elevado potencial hídrico. A falta de planejamento do uso do solo aliado a precipitação, evento aleatório em função de processo climático local e regional, proporcionam o aumento no escoamento superficial. Tornando-se propicio a enxurradas, sendo necessário sistema de alerta eficiente para a evacuação da população do local.

Na Tabela 1 apresenta-se o número de ocorrências de inundação brusca e gradual em Monte Alegre (PA), no período de 1991 a 2010.

Tipo de Desastre Natural	Ano	Nº de ocorrências
Inundação Brusca	1999	1
	2000	1
	2002	1
	2003	1
	2006	1
	2008	2
	2009	1
Inundação Gradual	1993	1
	1994	1
	1996	1
	1997	1
	1999	1
	2001	1
	2004	1
	2006	1
	2009	1
TOTAL		17

Tabela 1 – Ocorrência de desastres por Inundação Brusca e Inundação Gradual no Município de Monte Alegre (PA) de 1991 a 2010.

Fonte: Adaptado do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais Volume Pará, 2011.

Os períodos do ano que mais apresentaram casos de Inundação Brusta foram de Fevereiro a Junho, quanto a Inundação Gradual de Fevereiro a Julho. Incremento das precipitações hídricas é um fator a ser frisado, tendo em vista que pode proporcionar o aumento no nível da água dos rios, a saturação do solo (o que impede maior infiltração da água), o acúmulo de água em áreas pavimentadas (alagamentos), entre outros.

Sendo assim, a estrutura de drenagem de águas pluviais deve ser dimensionada para ser eficiente, considerando todos os fatores. Caso o sistema de drenagem não seja capaz de drenar a água, no caso quando é superada a capacidade para qual foi dimensionada, tem-se um problema de estrutura urbana, inundações, que deve ter medidas de emergências previstas no plano diretor do município.

Como tornou-se comum esses casos em Monte Alegre, em 2012 foi instalada uma estação do Instituto Nacional de Meteorologia. A partir de então o município é um dos 17 municípios paraenses monitorado pelo CEMADEN (Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais).

3.2. Vazão de Referência (Q90,95)

Mediante curva de permanência baseada nas vazões diárias registradas, é possível obter as vazões de 9,35 e 4,5 m³/s de Q90 e Q95 respectivamente. E que a probabilidade de picos de vazão é inferior a mediana de 60,5 m³/s, conforme apresentado no Gráfico 1.

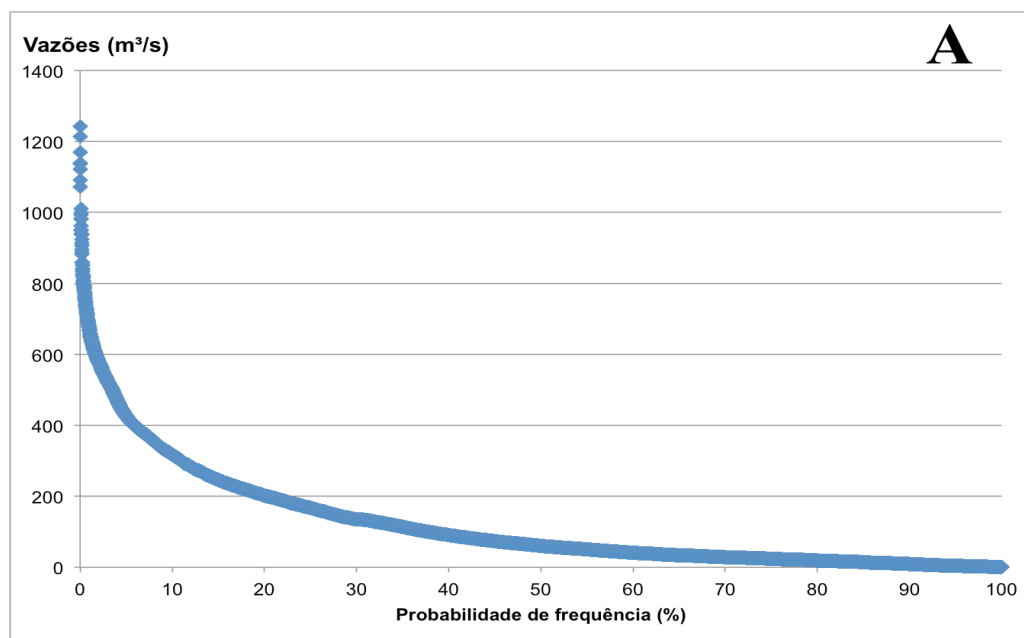
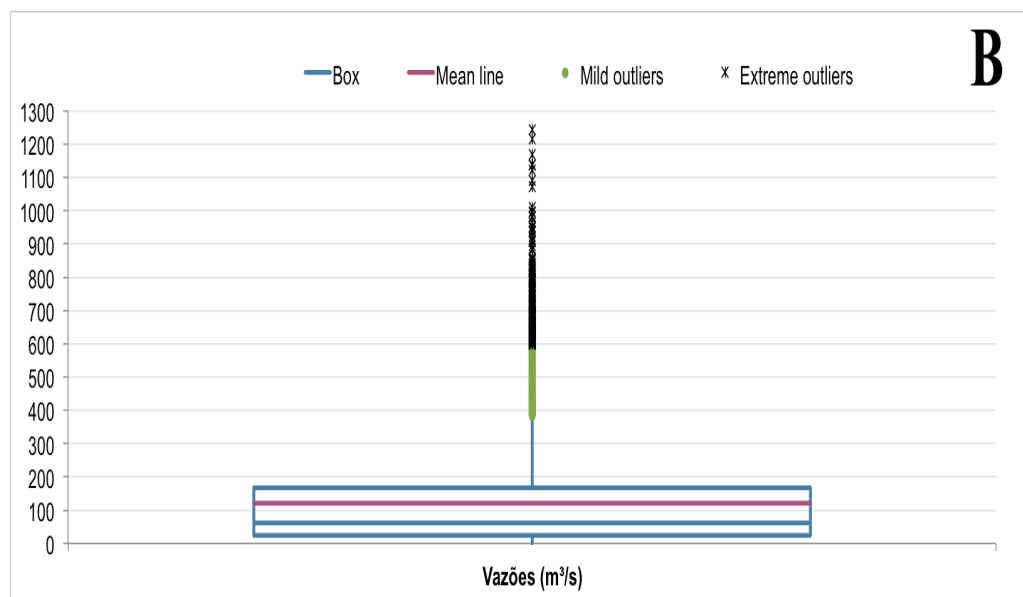


Gráfico 1 – Dados de vazão do rio Maicuru para avaliação da vazão de referência.



A) Curva de permanência; B) Gráfico Box Spot das vazões.

Entretanto, ainda que os picos tenham baixa probabilidade de ocorrência, caso o sistema de drenagem do município não esteja preparado para escoar a vazão excedente, será ainda possível que hajam ocorrências de inundações.

4 | CONCLUSÕES

A recomendação é que ocorra a identificação e mapeamento das áreas de risco, quanto a ocorrência inundações para implementação ao plano diretor do município, fazendo com que seja possível a criação de medidas mitigadoras para as enchentes e a classificação do local como uma zona de risco, tornando o local impróprio para a moradia, dependendo do nível de incidência e gravidade do fenômeno.

Apesar de município já ser monitorado por órgão competente, a conscientização da população quanto as áreas de risco e ações em situações de risco são fundamentais, visando evitar demais implicações à integridade física da população. Medidas quanto ao alerta da população devem ser implementadas, planos e projetos que buscam minimizar os impactos resultantes. É de fundamental importância ações de parte do Governo local para a prevenção das enchentes, como preservação ou criação de matas ciliares, promover um sistema de drenagem local capaz de atender as demandas de pico, além de ter a preocupação de projeto de não apenas escoar o volume hidrico excedente para outra região, mas de fazê-lo da forma mais segura sem prejudicar as partes mais baixas da região.

REFERÊNCIAS

CPRM. COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. Programa De Integração Mineral em Municípios da Amazônia (Primaz). Acesso em: < http://www.cprm.gov.br/publique/media/map_espamunicipal.pdf>. Acesso: 20 abr de 2016.

DIAS, L.C; LESSA, L.C.P. Análise e Possíveis Soluções para os Principais Desastres Naturais Ocorridos no Município de Monte Alegre- PA de 1991 a 2010. 14º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental. Rio de Janeiro, 2013.

IBIAPINA, I. Conflitos em Áreas Protegidas na Amazônia: o caso do Parque Estadual Monte Alegre (PA). Brasília, 2012.

MINISTÉRIO DAS CIDADES / INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT – Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios. Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007. 176 p.

NAGHETTINI, M (2006). Mananciais superficiais. Aspectos Quantitativos. In: HELLER, L., PÁDUA, V.L. (2006). Abastecimento de água para consumo humano. Editora: UFMG.

OLIVEIRA, M.C. F. SOUZA, P. F. FERREIRA, M.A.F. BARROS, A.N.F. ABREU, J.R. Características e tendências climáticas do estado do Pará, 1971 a 2000.

VON SPERLLING, M. Estudos e modelagem da qualidade da água de rios. Características Hidrológicas de rios. Cap 2. ed 1. Belo Horizonte, MG, 2007. UFMG.

REIS, Patrícia Elizamma; PARIZZI, Maria Giovana; MAGALHAES, Danilo Marques; MOURA, Ana Clara Mourão. O Escoamento Superficial como condicionante de inundações em Belo Horizonte, MG: Estudo de Caso da Sub-Bacia Córrego do Leitão, Bacia do Ribeirão Arrudas. *Geociên.* (São Paulo) [online]. 2012, vol.31, n.1, pp.31-46. ISSN 0101-9082.

SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE – SEMAS. Parque Estadual de Monte Alegre e APA PAYTUNA. Belém, PA. Acesso em:<<https://www.semas.pa.gov.br/diretorias/areas-protegidas/pema/localizacao/>>. Acessado em: 30 Jun de 2016.

TOMINAGA, L. K. (2009). *Desastres naturais: conhecer para prevenir*. São Paulo: Instituto Geológico.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. (2011). Centro Universitário de Estudo e Pesquisa sobre desastres. *Atlas Brasileiro de desastres naturais 1991 a 2010: volume Pará*. Florianópolis: CEPED – UFSC.

UN-ISDR - International Strategy for Disaster Reduction. Terminology on Disaster Risk Reduction. Disponível em: <<http://www.unisdr.org>>. Acessado em: Mai de 2016.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. (2013). Centro Universitário de Estudo e Pesquisa sobre desastres. *Atlas Brasileiro de desastres naturais 1991 a 2010: volume Pará*. Florianópolis: CEPED – UFSC.

GERENCIAMENTO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA EM UNIDADE DOMÉSTICA: PROTÓTIPO BASEADO NA PLATAFORMA ARDUINO

Ítalo de Sousa

Universidade do Estado do Pará (UEPA), Centro de Ciências Naturais e Tecnologia –CCNT.
Marabá - Pará

Luiz Felipe Santiago da Silva

Universidade do Estado do Pará (UEPA), Centro de Ciências Naturais e Tecnologia –CCNT.
Marabá – Pará

José Antônio de Castro Silva

Universidade do Estado do Pará (UEPA), Centro de Ciências Naturais e Tecnologia –CCNT. Belém – Pará

Magda Tayanne Abraão de Brito

Universidade do Estado do Pará (UEPA), Centro de Ciências Naturais e Tecnologia –CCNT.
Marabá – Pará

RESUMO: Existem hoje diversos desafios no setor energético que influenciaram no aumento significativo do consumo elétrico nos últimos anos. No Brasil, o consumo *per capita* de energia no período entre 2004 e 2014 aumentou aproximadamente 28%. O desperdício energético assume parcela expressiva desse consumo residencial, fator esse que pode ser relacionado ao mau uso e/ou a falta de gerenciamento. Dessa forma, este trabalho propõe o gerenciamento do consumo de energia elétrica em unidade doméstica, através do desenvolvimento de um protótipo embarcado de hardware/software

baseado na plataforma Arduino. O protótipo foi desenvolvido utilizando como principais componentes um Microcontrolador Atmega, sensores de tensão e corrente, módulo relé e um Display LCD Gráfico. A calibração dos sensores utilizados, foi feita com o auxílio de um alicate amperímetro. Já a avaliação final do protótipo foi feita em dois cenários com alguns equipamentos elétricos. Resultados satisfatórios foram obtidos na calibração dos sensores, pois os dados de tensão e corrente adquiridos pelo dispositivo teve uma baixa margem de erro com relação aos dados adquiridos com o alicate amperímetro. O gerenciamento do consumo elétrico foi obtido através da interrupção da corrente elétrica fornecida para os equipamentos que entrasse em modo *standby*, assim, o sistema proposto obteve uma eficiência de redução no consumo de energia em 27%.

PALAVRAS-CHAVE: Consumo Elétrico, Eficiência Energética, Microcontrolador Atmega, Sensores, Arduino.

ABSTRACT: There are now several challenges in the energy sector that have influenced the significant increase in electricity consumption in recent years. In Brazil, the per capita energy consumption in the period between 2004 and 2014 increased by approximately 28%. The energy waste assumes an expressive part of

residential consumption, a factor that may be related to misuse and/or the lack of management. Thus, this work proposes the management of electric power consumption in the domestic unit, through the development of an embedded prototype of hardware/software based on the Arduino platform. The prototype was developed using as main components an Atmega Microcontroller, voltage and current sensors, relay module and a Graphic LCD Display. The calibration of the sensors used was done with the ammeter clamp. The final evaluation of the prototype was done in two scenarios with some electrical equipment. Satisfactory results were obtained in the calibration of the sensors, since the data of voltage and current acquired by the device had a low margin of error comparing to the data acquired with the ammeter clamp, thus, being able to calculate efficiently the current power, Network tension, accumulated consumption and value payable (discounting current taxes in each region). The management of the electric consumption was obtained by interrupting the electric current supplied to the equipment that went into standby mode, so the proposed system obtained a reduction efficiency in energy consumption of 27%.

KEYWORDS: Electric Consumption, Energy Efficiency, Atmega Microcontroller, Sensors, Arduino.

1 | INTRODUÇÃO

O mundo enfrenta grandes desafios no setor energético devido ao aumento significativo do consumo elétrico que atingiu mais do que o dobro nos últimos 20 anos, tendo como precursores as mudanças climáticas, o crescimento populacional e os fatores econômicos (BP, 2016).

Com esse crescente aumento da demanda de energia, uma crise energética global é esperada, o que pode resultar em grandes impactos não só no crescimento econômico e implicações políticas, mas também em termos sociais e, principalmente, ambientais (BERTOLDI; HIRL; LABANCA, 2012).

No Brasil, o consumo *per capita* de energia elétrica no período entre 2004 e 2014 aumentou aproximadamente 28% (IBGE, 2015). Devido a esse cenário, o governo tem estabelecido medidas para a melhor eficiência energética do país, como por exemplo o Plano Nacional de Energia (PNE) o qual estabelece metas de consumo e eficiência energética para o país e institui o Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf), além de apresentar outras iniciativas como o selo do Programa Nacional de Conservação de Energia (PROCEL) e o Plano Brasileiro de Etiquetagem (PBE), aplicado a fabricantes de equipamentos (BRASIL, 2008).

Apesar desses esforços, no Brasil, cerca de 15% da energia distribuída para residências é desperdiçada devido ao seu mau uso e/ou a falta de gerenciamento (ABESCO, 2015). Parte considerada desse desperdício está relacionada ao modo *standby* de aparelhos, pois quando esse modo está ativo é fornecido ao eletrônico

uma quantidade de energia suficiente para o manter ligado sem exercer sua função principal (OLIVEIRA *et al.*, 2015).

Em função disso, existe a necessidade de um sistema elétrico mais inteligente que otimize o consumo no intuito de encorajar os consumidores a utilizar estratégias eficientes para a redução do mesmo, tendo como benefício não apenas a minimização no valor pago às concessionárias, mas, também, a eficiência energética.


Nesse contexto, os sistemas embarcados, em especial o arduino, surge como alternativa para o desenvolvimento de novas tecnologias. Essa plataforma, utilizada em estudos como o de Teixeira (2009), Siqueira (2014) e Ribeiro & Soares (2015), propiciou resultados satisfatórios que comprovaram a eficácia da aplicação da mesma.

Desse modo, este trabalho propõe o gerenciamento quanto ao consumo de energia elétrica, através do desenvolvimento de um protótipo embarcado de hardware/software baseado na plataforma Arduino, de forma a otimizar o consumo de energia elétrica em residências e, conseqüentemente, contribuir com a eficiência energética.

2 | REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cálculo do Consumo Elétrico em Residências

Os procedimentos de cálculo do consumo elétrico em reais (R\$) se diferenciam de acordo com a concessionária de energia e a cidade em questão (SIQUEIRA, 2014). Para cada companhia energética, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) homologa uma tarifa expressa em R\$/kWh (reais por quilowatt-hora) que é repassada para os usuários (BRASIL, 2014). Devido a esse motivo, tomou-se como base para o cálculo da tarifa os valores repassados para a Centrais Elétricas do Pará (CELPA), de modo que o valor de referência à modalidade B1 residencial é de 0,56554 R\$/kWh, conforme Figura 1.



TARIFAS (em vigor a partir de 07/08/2016)	
MODALIDADE TARIFÁRIA CONVENCIONAL (GB)	
Resolução Homologatória 2.117/2016	VALOR SEM TRIBUTOS
B1 Residencial Baixa Renda	
Até 30 kWh (desconto de 65%)	0,19507
De 31 a 100 kWh (desconto de 40%)	0,33441
De 101 a 220 kWh (desconto de 10%)	0,50161
Acima de 220 kWh	0,55735
B1 Residencial	0,56554
B2 Rural	0,39588
B2 Coop. de Eletrificação Rural	0,39588
B2 Serviço Público de Irrigação	0,33932
Comercial	0,56554
Poder Público	0,56554
Próprio	0,56554
B4a Iluminação Pública (rede de distribuição)	0,31105
B4b Iluminação Pública (bulbo lâmpada)	0,33932

Figura 1 - Modalidade Tarifária Convencional da CELPA (CELPA, 2016)

Essa tarifa não contempla tributos que fazem parte das contas de luz, tais como: ICMS, Taxa de Iluminação Pública e Encargo de Capacidade Emergencial, tal valor visa assegurar aos prestadores dos serviços receita suficiente para cobrir custos operacionais eficientes, remunerar investimentos necessários para expandir a capacidade e garantir um atendimento com qualidade (BRASIL, 2015).

Dessa forma, o valor a pagar pelo consumo de energia em residência sem impostos é expresso na Equação 5.

$$X = (\text{kWh} \times \text{TA})$$

Onde:

X = Valor da fatura sem impostos

kWh = Consumo em kWh

TA = Tarifa Homologada pela ANEEL para a CELPA

2.2 Eficiência Energética

Eficiência Energética é a maneira de gerir e restringir o crescimento no consumo de energia, ou seja, algo é mais eficiente energeticamente se oferecer mais serviços para a mesma entrada de energia ou, os mesmos serviços para uma menor entrada (IEA, 2016).

Em outros termos, a eficiência energética é a otimização realizada no consumo de energia, pois, o desperdício que ocorre no consumo, implica em adotar medidas nas quais permitam uma utilização eficiente da mesma, tanto no setor industrial como no doméstico (ADENE, 2016). Esta otimização pode ser obtida tanto pela inovação tecnológica, através da introdução de novos produtos, máquinas ou tecnologias de menor consumo energético, como por novas formas de gestão do processo produtivo (SANTOS *et al.*, 2006).

Por essa razão, ela assume o lugar de um importante recurso no contexto dos esforços nacionais e internacionais para atingir metas de sustentabilidade, o que reflete em uma mudança de paradigma a qual começa a dar crédito às ações referentes a oferta/demanda de energia como segurança energética, competitividade e, principalmente, sustentabilidade ambiental (YORK; KUSHLER; WITTE, 2007).

2.3 Sistemas Embarcados

Sistemas embarcados (SEs) estão relacionados ao uso de hardware e software incorporados em um dispositivo com um objetivo pré-definido ou tarefa específica (DELAI, 2011), que interagem com o ambiente por meio de sensores de maneira contínua, sem travamentos e panes os quais são compostos, essencialmente, pelos mesmos itens de um PC (processador, memória, interfaces, e etc.) (FILHO, 2009).

2.3.1 Arduino

Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica, criada por Massimo Banzi

e David Cuartielles em 2005, com objetivo de permitir o desenvolvimento do controle de sistemas interativos de baixo custo e, acessível a todos (ARDUINO, 2016a). A mesma é caracterizada por ser um sistema que pode interagir com seu ambiente por meio de hardware e software, tornando uma plataforma de computação física ou embarcada (MCROBERTS, 2011).

Em termos simples, esta plataforma é um pequeno computador que pode ser programado para processar entradas e saídas entre o dispositivo e os componentes externos conectados a ele, de modo que os componentes de entrada podem ser sensores, botões e potenciômetros, já os componentes de saída podem ser displays, cartões de memória, entre outros (MCROBERTS, 2011).

Em comparação à outras plataformas, devido a sua interface, o arduino fornece uma tecnologia de baixo custo e de utilização simples para a criação de projetos baseados em microcontroladores, além de possibilitar uma gama de aplicações que vão desde automação completa de sistemas elétricos residenciais, até a construção de robôs controlados remotamente (MONK, 2012).

2.3.2 Ambiente de Desenvolvimento Integrado do Arduino - IDE

O IDE (Integrated Development Environment), é um programa que permite escrever esboços de códigos para a placa Arduino em uma linguagem simples e modelada. Quando esse código é inserido no programa, o mesmo é traduzido automaticamente para a linguagem C de programação e, enviado para o compilador AVR-GCC onde ocorre a tradução final do código para a língua compreendida pelo microcontrolador (BANZI, 2011).

Esse processo é bem relevante, pois, o Arduino oculta o máximo possível das complexidades da programação de microcontroladores (EVANS, 2012). O ambiente do IDE Arduino pode ser visualizado na Figura 2.

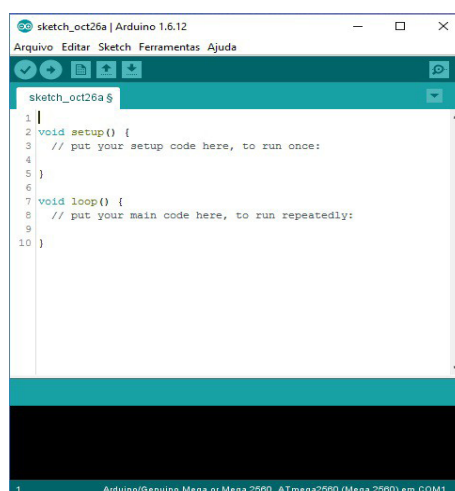


Figura 2 - Ambiente do IDE Arduino

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

Para alcançar o objetivo pretendido neste trabalho, o mesmo foi dividido em

quatro etapas consecutivas. A primeira etapa baseou-se no aporte de conhecimento através de literaturas específicas acerca da temática trabalhada. A segunda consistiu-se na aquisição dos materiais e a montagem do protótipo. Na terceira, foi feita a implementação dos algoritmos de programação, calibração e montagem final do protótipo. A quarta e última etapa constituiu-se na avaliação final do dispositivo criado em unidade doméstica.

3.1 Levantamento Literário

Realizou-se uma ampla pesquisa bibliográfica em livros, teses, artigos técnicos e científicos bem como em periódicos e bibliotecas eletrônicas de livre acesso no qual possibilitou obter informações em relação à temática de energia elétrica, eficiência energética e sobre a plataforma Arduino.

Assim, assumiu-se a tensão e corrente elétrica como parâmetros indispensáveis para compor o sistema de gerenciamento de consumo elétrico em unidade doméstica. Definindo assim, os métodos a serem utilizados e matérias necessários para a construção do dispositivo.

3.2 Materiais Utilizados

Para alcançar o objetivo traçado, listou-se os materiais necessários para a construção do protótipo, os mesmos foram adquiridos através de sites especializados em componentes eletrônicos. Os dispositivos adquiridos estão relacionados na Tabela 1, categorizados de acordo com a sua aplicação.

Materiais	Quantidade	Aplicação
Placa arduinomega 2560	1	Protótipo
Cabo jumper 20cm	40	Protótipo
Sensor de Corrente AC	4	Protótipo
Sensor de Tensão AC	1	Protótipo
Display LCD gráfico	1	Protótipo
Protoboard 830 Furos	1	Protótipo
Módulo Relé 4 canais	1	Protótipo
Resistor 220 Ω	17	Protótipo
Resistor 10k Ω	7	Protótipo
Botões tipo push	7	Protótipo
Trimpot 10k	1	Protótipo
LEDs 5mm	17	Protótipo
Alicate Amperímetro Digital	1	Avaliação do Protótipo

Tabela 1 - Materiais utilizados para construção e avaliação do sistema

3.3 Especificações dos Principais Componentes

Para o desenvolvimento deste protótipo foram utilizados como principais componentes: Microcontrolador Arduino, Sensores de tensão e corrente, Módulo relé e Display LCD Gráfico.

3.3.1 Microcontrolador Arduino

O protótipo foi desenvolvido através de uma placa Arduino Mega 2560, embarcado por um microcontrolador baseado no ATmega2560, como mostrado na Figura 3.

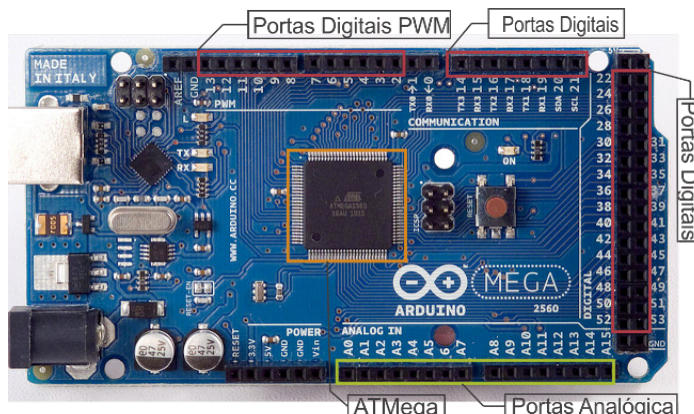


Figura 3 - Placa Arduino Mega (ARDUINO.cc, 2016a)

O mesmo possui 16 entradas analógicas, 54 entradas/saídas digitais as quais 14 entradas podem ser usadas como saída PWM (*Pulse Width Modulation*), sua tensão de funcionamento é 5V, memória flash de 256 KB, com velocidade de clock 16MHz, uma conexão USB e uma entrada de alimentação (ARDUINO.cc, 2016a).

A placa de prototipagem Arduino, possui vasta funcionalidade por ter agregado em seu hardware portas analógicas e digitais, sendo possível conectar uma variedade de sensores, display, LED, placas extensivas como Ethernet Shield e protocolo de comunicação como Bluetooth, dentre outros dispositivos.

3.3.2 Sensor de Tensão e Corrente

Os sensores de tensão e corrente são responsáveis por analisar e fornecer níveis de tensão para as entradas analógicas do microcontrolador, sendo este o Arduino Mega operando na faixa de 0 a 5V. Para estabelecer valores quanto a tensão do sistema elétrico, foi utilizado o sensor de tensão 127– 220V P8, o qual é demonstrado na Figura 4.

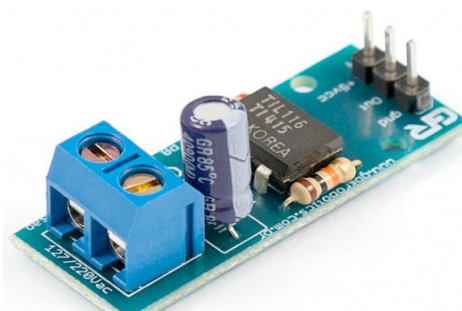


Figura 4 - Sensor de Tensão 127– 220V AC P8 (USINAINFO, 2016)

Após uma análise de custo benefício, optou-se pelo sensor de corrente Circuito

Integrado (CI) da Allegro ACS712, o qual possibilita aferir dados de corrente contínua e alternada com restrição de 30 Ampere, como pode ser visualizado na Figura 5.

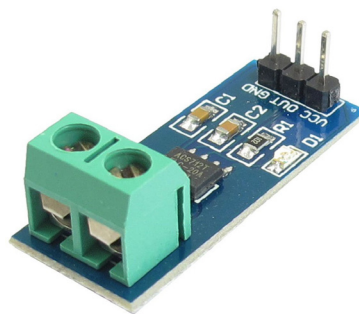


Figura 5 - Sensor de Corrente ACS712 (FILIPEFLOP, 2015b)

3.3.3 Módulo Relé

O Módulo Relé 5V com 4 canais, como mostrado na Figura 6, permite integração com uma ampla gama de microcontroladores como Arduino, AVR, PIC e ARM.

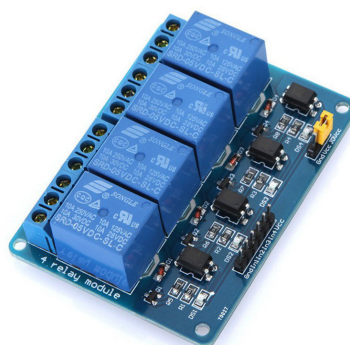


Figura 6 - Módulo Relé 5V (FILIPEFLOP, 2015c)

A partir das saídas digitais pode-se, através do relé, controlar cargas maiores em dispositivos como motores AC/DC, eletroímãs, solenóides, lâmpadas incandescentes e eletrodomésticos por exemplo.

3.3.4 Display LCD Gráfico

Foi escolhido para a construção do sistema o modelo Display LCD gráfico 128x64 (128 colunas por 64 linhas) com backlight azul e escrita branca, com um total de 8192 pixels de exposição que oferecem maior flexibilidade em sua escrita, como o pode ser observado na Figura 7.

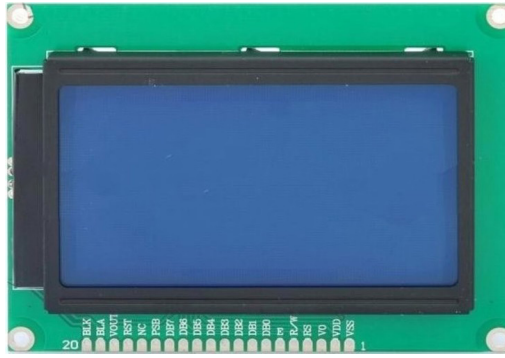


Figura 7 - Display LCD Gráfico (FILIPEFLOP, 2015a)

3.4 Montagem

Para montagem do protótipo fez o uso dos manuais disponibilizados pelos fabricantes dos diferentes componentes necessários para constituição do mesmo. Antes da montagem, o Software Fritzing (Versão 0.9.2b.64), foi utilizado com a finalidade de auxiliar e dimensionar o dispositivo, no intuito de obter melhor ilustração do mesmo, como pode ser visualizado na Figura 8.

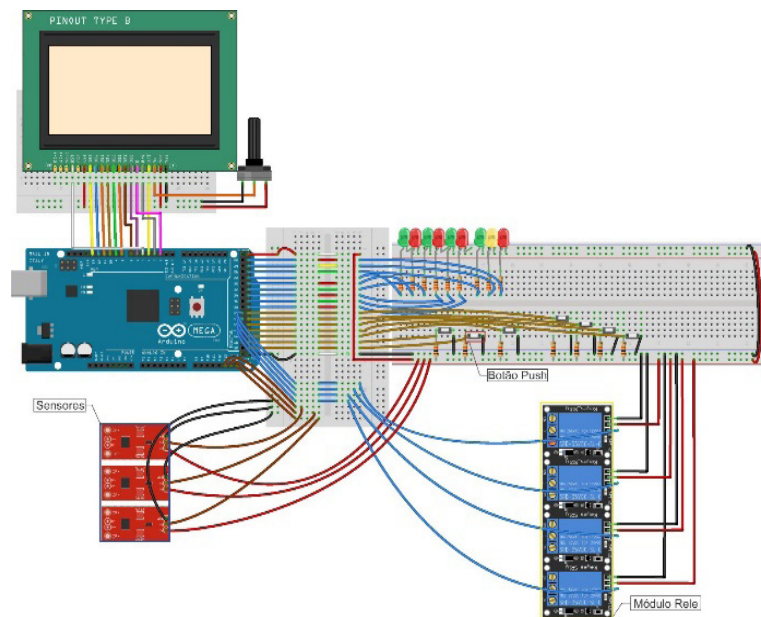


Figura 8 - Ilustração do protótipo utilizando o software Fritzing

Após a visualização do dispositivo no Software Fritzing, iniciou-se a montagem do hardware interligando os componentes na placa Arduino com auxílio de duas Protoboards e de cabos Jumpers.

Primeiramente, foram interligados à protoboard, os sensores de corrente e tensão. Em seguida, conectou-se os periféricos (LED's, botões tipo push, módulo relé e resistores). Posteriormente, os mesmos foram conectados à placa Arduino Mega juntamente com o display LCD. Vale ressaltar que, a utilização da Protoboard e dos Cabos Jumpers permitiu que houvesse a interligação dos dispositivos sem a necessidade de soldá-los, possibilitando adequações quando necessárias.

3.5 Implementação dos Algoritmos

O software foi desenvolvido em linguagem C/C++, no ambiente IDE Arduino com o compilador baseado em Java, disponibilizado pela empresa Arduino.cc. Buscaram-se os códigos exemplos de funcionamento dos sensores nos sites dos fabricantes.

Dessa forma, pode-se programar e editar os algoritmos de acordo com a necessidade do projeto em desenvolvimento. A construção das linhas de comando foi feita de modo a oferecer uma interface complacente ao usuário. A Figura 9 descreve a ordem de ações realizadas pelo microcontrolador Arduino.

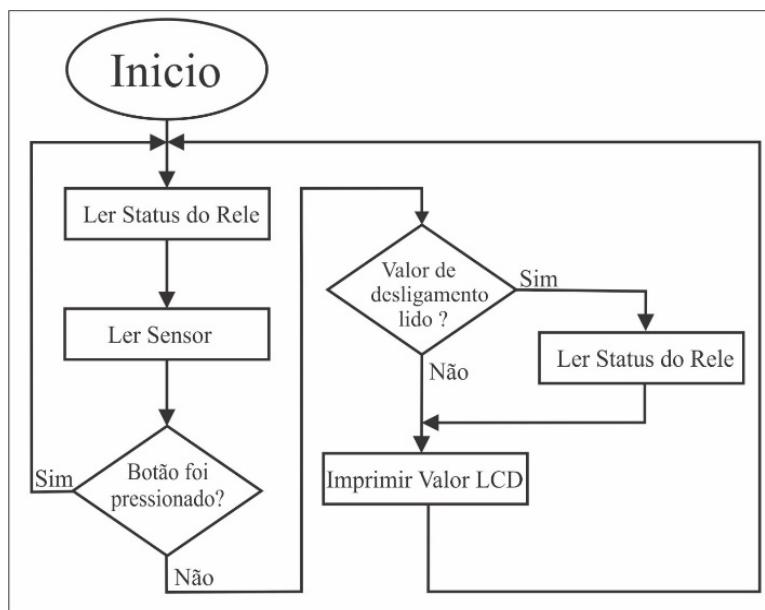


Figura 9 - Fluxograma do Sistema de Software

3.6 Calibração Do Protótipo

Após a implementação dos algoritmos, foi feita a calibração dos sensores de tensão e corrente para verificar a interação dos dispositivos e o seu correto funcionamento.

Com relação a tensão, o ideal seria que a mesma fosse fixa e sem variações, pois, os cálculos do consumo são realizados de acordo com um valor de tensão previamente determinado. Porém, isso não é possível, logo, a tensão real fornecida para a residência foi obtida pelo sensor através de 3 coletas por segundo e automaticamente feito uma média desses valores.

Já para a calibração do sensor de corrente, foi montado um circuito e um código de programação com esse sensor conectado ao Arduino. O código-fonte utilizado foi o do fabricante, porém com pequenas alterações na tensão. Efetuou-se então, a medição da corrente consumida por uma lâmpada fluorescente de 17W.

Em ambos os testes, foram medidos simultaneamente os valores de tensão e corrente através de um alicate amperímetro, com o intuito de comparar os resultados e averiguar a consistência das informações coletadas pelo protótipo.

3.7 Montagem Final do Protótipo

A montagem final do protótipo foi feita numa caixa de madeira com as dimensões 22x22x19 cm. Para tanto foi realizado procedimentos de soldagem para interligação dos dispositivos, finalizando com as devidas acoplagens dos componentes. A sequência da montagem pode ser visualizada na Figura 10.

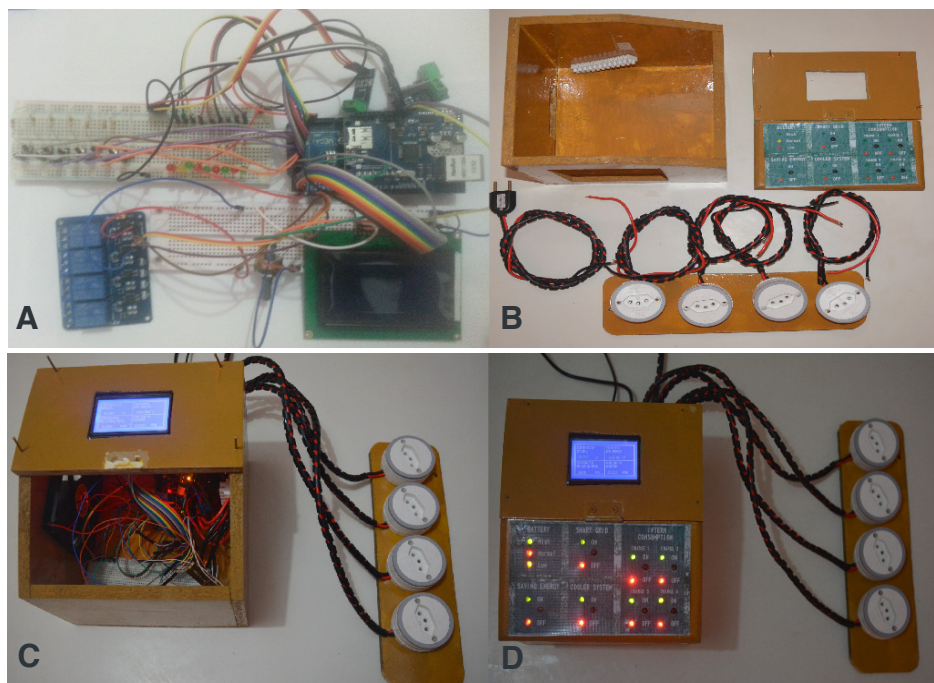


Figura 10 - Etapas da montagem final do protótipo

3.8 Avaliação do Dispositivo de Gerenciamento de Energia Elétrica

Na última etapa, realizou-se a aplicação do sistema inteligente de gerenciamento de energia elétrica com a finalidade de avaliar a efetividade do mesmo em ambiente residencial. Primeiramente, selecionou-se os principais equipamentos elétricos, levando em consideração a potência e o tempo de uso de cada um. Os dispositivos selecionados e suas características estão apresentados na Tabela 2.

Equipamentos	Potência (W)	Tensão Elétrica (V)
Televisor LCD 29"	65	127
Home Theater	40	127
Receptor de Tv por Assinatura	20	127
Forno Microondas	800	127

Tabela 2 – Características dos equipamentos utilizados em teste

A avaliação do dispositivo de gerenciamento de energia foi realizada a partir de dois cenários. No cenário 1, os equipamentos foram conectados ao sistema e monitorados por 24 horas durante 7 dias, gerando assim na LCD do dispositivo, dados de potência, consumo acumulado, tensão e valor a pagar sem imposto.

Já no cenário 2, os dispositivos foram também conectados ao sistema e

monitorados por 24 horas durante 7 dias, porém o gerenciamento por parte do protótipo foi ativado através da opção de interrupção automática da corrente elétrica para os dispositivos que entrassem em modo *standby*, gerando assim na LCD do protótipo, dados de potência, consumo acumulado, tensão e valor a pagar sem imposto. Em ambos os cenários foram adotados médias de uso diário (horas) de cada equipamento elétrico, conforme mostrado na Tabela 3.

Equipamentos	Utilização média (h/dia)	Dias de uso (d/mês)
Televisor	8	30
Home Theater	3	20
Receptor de Tv por Assinatura	8	30
Forno Microondas	0,34	30

Tabela 3 - Média do uso diário e mensal dos equipamentos. Adaptado de (PINHO; GOLDINO, 2014)

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e posteriores discussões desse trabalho foram divididas em três partes, sendo elas: calibração do sistema, interação usuário-sistema e por fim avaliação do sistema em unidade doméstica.

4.1 Calibração do Sistema

Através dos resultados obtidos, observou-se que as médias das amostras coletadas pelo sensor variaram entre 120.7 e 120.9V, enquanto que o resultado obtido pelo alicate amperímetro foi de 120.6V, conforme mostrado na Figura 12.

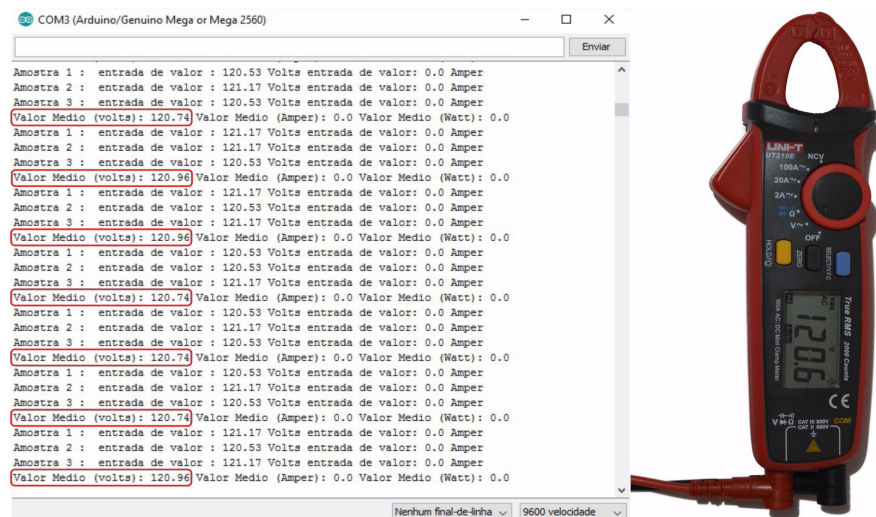


Figura 12 - Resultado da análise da tensão real pelo sensor e pelo alicate amperímetro

O valor apresentado pelo alicate amperímetro (Figura 12 à direita), tem como margem de erro de $\pm (1.0\%+3)$, valor esse determinado pelo fabricante. Sendo assim, admitisse que a tensão tem uma variação de 0.3V para mais (120.9V) ou para menos (120.3V). Dessa forma, foi possível identificar que a tensão analisada pelo sensor

gerou valores que estão dentro da margem de erro do alicate amperímetro.

Essa eficiência pode ser explicada pelo fato do sensor considerar a tensão atual que está sendo repassada para residência e não apenas uma pré-determinada. Siqueira (2014) em seu medidor inteligente de consumo de energia, utilizou uma tensão fixa para o cálculo do consumo energético, esse fato resultou em uma margem de erro de 2,4% com relação ao consumo real de energia. Dessa forma, tem-se que, quanto mais próximo do real a tensão, mais eficiente será os resultados obtidos.

Já com relação a corrente, observou-se que os dados coletados pelo sensor apresentaram valores entre 0,173A e 0,175A, enquanto que o resultado obtido pelo alicate amperímetro foi de 0,175A, como mostrado na Figura 13.

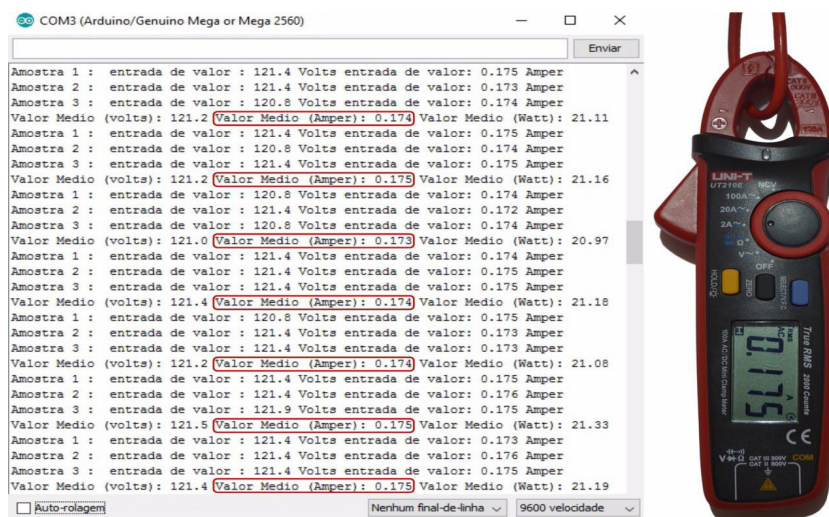


Figura 13 - Resultado da análise da corrente pelo sensor e pelo alicate amperímetro

Idem para a tensão, o alicate amperímetro quando programado para mensurar a corrente elétrica apresenta uma margem de erro determinada pelo fabricante. Nesse caso, a margem de erro para corrente foi de $\pm (3\%+10)$. Em função disso, o valor da corrente pelo alicate pode alternar 0.040A para mais (0.215A) ou para menos (0.135A).

Analisando as informações geradas pelo sensor de corrente, percebe-se que todos os valores estão dentro da margem de erro do alicate amperímetro. Em um estudo correlato, Paula (2013) obteve valores de corrente com discrepância de 5% em relação ao medido com equipamento de medição homologado e distribuído comercialmente. Fator esse, que pode afetar de forma considerada o resultado final almejado. Tal situação, reforça a ideia de que as características, a qualidade e o tipo de sensor afeta de forma significativa os resultados.

De forma geral, devido a margem de erro obtida pelo protótipo de gerenciamento de energia elétrica ser bem baixa, os sensores estão atendendo de forma satisfatória para que ocorra a coleta dos dados de tensão e corrente.

4.2 Interação Usuário-Sistema

O objetivo de gerenciar o consumo de energia elétrica em residência foi alcançado com o auxílio da otimização da interação entre o usuário e o sistema. Isso foi possível,

através dos dispositivos de saída de informações: LED's, botões tipo *push* e o Display LCD.

O painel de controle, que é constituído por botões do tipo *push* e LED's, através da sinalização visual, possibilitou a leitura adequada de quando determinada função do dispositivo estivesse ligada ou não. Essas funções são controladas através dos botões tipo *push*, sendo necessário apenas que o mesmo fosse pressionado de forma suave para ligar/desligar determinada função.

Com relação ao display LCD, o mesmo teve um importante papel no desempenho do sistema, pois através do mesmo, houve a possibilidade de o usuário visualizar os dados referentes à potência atual (W), tensão atual da rede (V), consumo acumulado (kWh) e valor a pagar sem impostos (R\$), facilitando assim a tomada de decisão pelo usuário, em relação ao consumo de energia.

4.3 Avaliação do Sistema em Unidade Doméstica

O sistema foi avaliado em dois cenários distintos durante uma semana cada. Ao final de cada cenário foi coletado as informações fornecidas pelo dispositivo a fim de realizar uma análise minuciosa com relação os parâmetros medidos.

No primeiro cenário, onde os equipamentos elétricos foram conectados ao sistema e monitorados, apresentou os seguintes resultados na tela LCD e as seguintes configurações no painel de controle (LED's e botões tipo *push*) do dispositivo, como pode ser visualizado na Figura 14.

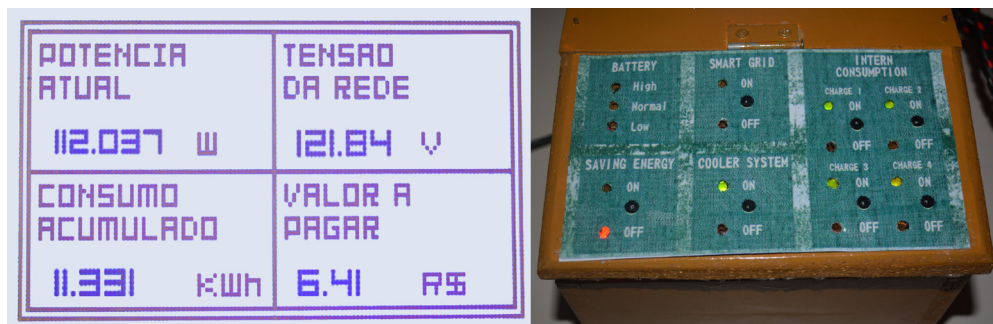


Figura 14 - Resultados do primeiro cenário

Já no cenário 2, onde os dispositivos foram também conectados ao sistema e monitorados, porém, o gerenciamento por parte do protótipo foi ativado (*saving energy*), tem então os seguintes resultados gerados na tela LCD e as seguintes configurações no painel de controle e do protótipo, como mostrado na Figura 15.

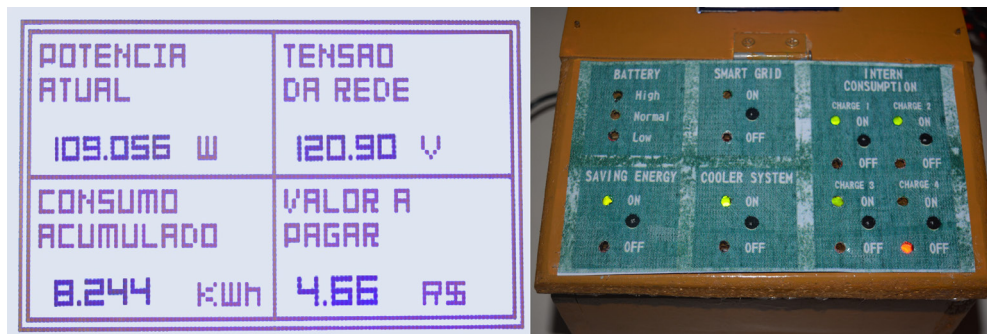


Figura 15 - Resultados do segundo cenário

Em ambos cenários, a primeira informação mostrada na LCD é com relação a potência atual. Essa potência nada mais é que a somatória de todas as potências que os equipamentos (conectados ao dispositivo de gerenciamento) estão demandando naquele exato momento. Ao final da coleta de dados através da obtenção da imagem do LCD tem-se que para o cenário 1 a potência demandada era de 112,056 W já para o cenário 2 a mesma era de 109,056 W. Essa divergência de valores mostra que no momento em que foram coletados os dados, os equipamentos estavam demandando potências diferentes, valores esses que são determinados a partir da forma de uso de cada equipamento.

Já com relação a tensão da rede, a mesma apresentou valor de 121,84V para o primeiro cenário enquanto que para o segundo, apresentou valor de 120,90V. Assim como já mencionado anteriormente, a tensão fornecida para residências não apresenta valores fixos, podendo variar até 5%, como determinado pela a Agência Nacional de Energia elétrica (Aneel). Dessa forma, a razão pela qual houve essa pequena variação na tensão entre os cenários, é explicada pelas oscilações na tensão por parte da concessionária fornecedora de energia.

Outro valor também mostrado na LCD é o consumo acumulado (kWh). No primeiro cenário após sete dias com monitoramento contínuo, o dispositivo calculou um consumo de 11,331 kWh para os quatro equipamentos utilizados para a avaliação final do sistema. Já no cenário 2, onde a opção de gerenciamento energético foi ativada, para as mesmas condições (tempo de uso dos equipamentos) do cenário 1, obteve um consumo de 8,244 kWh.

Essa redução está relacionada com o processo de gerenciamento de energia pelo equipamento, o qual realiza uma interrupção automática da corrente elétrica para os dispositivos que entrassem em modo *standby*, evitando assim, o consumo desnecessário de energia. Dessa forma a diferença entre o consumo acumulado no cenário 1 e 2, resulta na quantidade de energia economizada pelo uso do dispositivo, sendo assim, o valor economizado comparando os cenários, foi de 3,087 kWh nos sete dias analisados.

Por fim, a última informação visualizada na LCD foi o valor total a pagar pelo consumo de energia (sem imposto e em Reais). No primeiro cenário obteve-se o valor de R\$ 6,41 para o consumo de 11,331 kWh. Já no segundo, tem-se o valor de R\$ 4,66

para o consumo de 8,244 kWh. A economia gerada pelo dispositivo, para os cenários de avaliação do sistema, foi de R\$ 1,75. Levando em consideração uma escala mensal a economia gerada pelo dispositivo seria de aproximadamente 12,348 kWh ou R\$ 7.

De forma geral, através do gerenciamento inteligente, o dispositivo apresentou resultados satisfatórios para a redução do consumo de energia elétrica em residência e a conservação de energia. Assim, o dispositivo proposto obteve uma otimização aceitável, reduzindo o consumo de energia em 27% para os equipamentos utilizados durante a análise.

5 | CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos neste trabalho, pode-se verificar a viabilidade no desenvolvimento do sistema para o gerenciamento de energia elétrica com a plataforma Arduino. Comprovando a possibilidade de criar novas ferramentas que possam auxiliar a prática da conservação de energia em residências, propiciando assim a eficiência energética.

O equipamento (protótipo) montado demonstrou total eficácia quanto aos resultados esperados, alcançando seu objetivo no que tange ao gerenciamento de energia, fornecendo leituras satisfatórias e com precisão da potência atual (W), tensão atual da rede (V), consumo acumulado (kWh) e valor à pagar sem impostos (R\$), além de propiciar o desligamento automático dos equipamentos que entrem em modo *standby*, evitando assim o consumo desnecessário de energia. A otimização foi alcançada através da redução do consumo de energia em 27% pelos equipamentos utilizados na análise, propiciando assim a melhor eficiência energética na residência.

Como proposta de melhoria para o projeto até aqui desenvolvido, sugere-se a aplicação de teorias estatísticas para se analisar os dados gerados e repassados para o consumidor. Sugere-se ainda a aplicação do acesso remoto às informações pelo dispositivo outrossim o controle do mesmo. Esse processo poderá ser feito através da inclusão de uma Placa *Ethernet Shield* ao protótipo e a criação de um website ou aplicativo para as plataformas de celular, facilitando a interação produto/consumidor.

REFERÊNCIAS

ABESCO - Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia. **Desperdício de energia gera perdas de R\$ 12,6 bilhões**. 2015. Disponível em: <<http://www.abesco.com.br/pt/novidade/desperdicio-de-energia-gera-perdas-de-r-126-bilhoes/>>. Acesso em: 09 set. 2016.

ADENE – Agência para a energia. **Eficiência Energética**. 2016. Disponível em: <<http://www.adene.pt/eficiencia-energetica>>. Acesso em: 25 jul. 2016.

ALEXANDER, C.; SADIKU, M. N. O. **Fundamentos de Circuitos Elétricos**. 5. ed. SÃO PAULO: Bookman, 2013.

ARDUINO.cc. **Arduino/Genuino UNO**. 2016a. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>>. Acesso em: 07 set. 2016.

ARDUINO.cc. **What is Arduino?**. 2016b. Disponível em:<<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>>. Acesso em: 07 set. 2016

BANZI, M. **Getting started with arduino**. 2. ed. [S.l.]: O'REILLY, 2011. 130 p.

BERTOLDI, P.; HIRL, B.; LABANCA, N. **Energy Efficiency Status Report**. 1.ed. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2012.

BP. **Statistical Review of World Energy**. 65. ed. Londres: BP Distribution Services, 2016.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia (Org.). Aneel. **Entendendo a Tarifa**. 2015. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/entendendo-a-tarifa>>. Acesso em: 08 ago. 2016.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia (Org.). Aneel. **Tarifas Residenciais**. 2014. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=493>>. Acesso em: 08 ago. 2016.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia (Org.). **Plano Nacional de Eficiência Energética: Premissas e Diretrizes Básicas**. 2008. Disponível em:

<<http://www.mme.gov.br/web/guest/publicacoes-e-indicadores/plano-nacional-de-eficiencia-energetica>>. Acesso em: 05 out. 2016.

CELPA – Centrais Elétricas do Pará. **Tarifa**. 2016. Disponível em: <<http://www.celpa.com.br/display/de2518a7-d264-4e62-87dd-5031b74f5d9e>>. Acesso em: 10 set. 2016.

DELAI, A.L. **Sistemas Embarcados: A computação invisível**. 2011. Disponível em: <http://www.hardware.com.br/artigos/sistemas-embarcados-computacao-invisivel/conceito.html>. Acessado em: 26 de out. 2016.

EIA - U.S. Energy Information Administration. **About energy efficiency**. 2015. Disponível em: <http://www.eia.gov/energyexplained/index.cfm?page=about_energy_efficiency>. Acesso em: 25 jul. 2016.

EVANS, B. **Beginning arduino programming: Writing Code for the Most Popular Microcontroller Board in the World**. Nova Iorque: Springer, 2012. 271 p.

FILHO, A.N.B. **Projeto e Desenvolvimento de Produtos**. 1. Ed. São Paulo: Atlas, 2009.

FILIPEFLOP. **Display Lcd Gráfico 128x64 Backlight Azul**. 2015a. Disponível em: <<http://www.filipeflop.com/pd-6b7ea-display-lcd-grafico-128x64-backlight-azul.html>>. Acesso em: 07 set. 2016.

FILIPEFLOP. **Módulo Relé 5V**. 2015b. Disponível em: <<http://www.filipeflop.com/pd-c0ce5-modulo-rele-5v-4canais.html?ct=41d96&p=3&s=1>>. Acesso em: 07 set. 2016.

FILIPEFLOP. **Sensor de Corrente ACS712 -30A a +30A**. 2015c. Disponível em: <<http://www.filipeflop.com/pd-304251-sensor-de-corrente-acs712-30a-a-30a.html?ct=41d97&p=3&s=1>>. Acesso em: 07 set. 2016.

FRANCARO, G.P.M. **Eficiência energética e intensidade de emissões no setor de papel e celulose brasileiro**. Dissertação de Mestrado em Energia na agricultura - Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2012.

FREITAS, J.A.; ZANCAN, M. D. **Eletricidade**. 3. ed. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria: Colégio Técnico Industrial de Santa Maria, 2010. 118 p.: Disponível em:<http://estudio01.proj.ufsm.br/cadernos_automacao/primeira_etapa/eletricidade_2012.pdf>. Acesso em: 05 out. 2016.

GUSSOW, M. **Eletricidade Básica**. 2. ed. [S.l.]: Bookman, 2009. 571 p.

HADDAD, J. **Energia Elétrica: Conceitos, Qualidade e Tarifação**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2004. 137 p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Balço Energético Nacional 2015**. 2015. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=901&z=p&o=8&i=P>>. Acesso em: 18 nov. 2016.

IEA – International Energy Agency. **Energy Efficiency**. 2016. Disponível em: <<http://www.iea.org/topics/energyefficiency/>>. Acesso em: 25 jul. 2016.

LEMES, G.M. **Redução energética – otimização e redução do consumo de energia**. 2009. 85 f. Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2009.

MCROBERTS, M. **Arduino básico** [tradução Rafael Zanolli]. São Paulo: Novatec Editora, 2011. Disponível em: <<https://novatec.com.br/livros/arduino/capitulo9788575222744.pdf>>. Acesso em: 22 ago. 2016.

MONK, S. **Programming arduino: Getting Started with sketches**. [S.l.]: McGraw- Hill, 2012. 177 p.

MOREIRA, R.H.R.; MEDEIROS, P. A. **Eficiência Energética como ferramenta de produção mais limpa no beneficiamento da Amêndoa de castanha de caju**. In: VII CONNEPI - CONGRESSO NORTE E NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 2012, Palmas: [s.n.], 2012. p. 1-5. Disponível em: <<http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/1404/2256>>. Acesso em: 27 set. 2016.

NIELSON, J.W. **Circuitos Elétricos**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003.

OLIVEIRA, M.L.F.; COMMANDEUR, C. D.; MAI, L. S.; CAMPOS, M. **Análise do desperdício de energia elétrica residencial sob a Ótica de equipamentos em modo *standby***. In: V Mostra de Iniciação Científica Junior, 2015, Ijuí, Santa Rosa, Panambi e Três Passos. **Relatório técnico-científico**. [S.l.:s.n.], 2015. P.1-5. Disponível em: <<https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/salaconhecimento/article/viewFile/4961/4147>>. Acesso em: 31 out. 2016.

PAULA, G.J. **Medidor de demanda de energia elétrica residencial com acesso remoto**. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel) Faculdade De Tecnologia E Ciências Sociais Aplicadas, Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2013.

PINHO, J.T.; GOLDINO, M. A. **Manual de engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. Rio de Janeiro: CEPTEL - CRESESB, 2014.

RIBEIRO, I.C.; SOARES, J.S. **Sistema inteligente de monitoramento da temperatura e umidade no processo de compostagem**: protótipo baseado na plataforma Arduino. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel) - Centro de Ciências Naturais e Tecnologia, Universidade do Estado do Pará, Marabá, 2015.

SANTOS, A.H.M. *et al.* **Conservação de energia**: eficiência energética de equipamentos e instalações. 3. ed. Itajubá: FUPAI, 2006. 596 p.

SCHREIBER, J.F. **Modelagem de um Sistema de Distribuição de Energia Considerando a Aplicação de Redes Inteligentes (Smart Grids)**. Dissertação de mestrado em Modelagem Matemática - Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, Universidade Regional do Estado do Rio Grande do Sul, 2013.

SIQUEIRA, W.V.B. **O microcontrolador Arduino como uma central de monitoramento de consumo de energia elétrica**. Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais. Governador Valadares, 2014.

STADTMÜLLER, H. **Understanding the link between energy efficiency and energy poverty in Serbia**. 2014. Disponível em: <https://rs.boell.org/sites/default/files/uploads/2014/09/stadtmueller_2014_understandingthe_link_between_energy_efficiency_and_energy_poverty_in_serbia.pdf>. Acesso em: 05 out. 2016.

TEIXEIRA, L. **Medidor De Energia Eletrônico Utilizando Microprocessador**. Trabalho De Conclusão De Curso. Departamento de Engenharia Elétrica. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2009.

TIPLER, P.A.; MOSCA, G. **Física para cientistas e engenheiros**. 6. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2009.

USINAINFO. **Sensor de Tensão AC 127-220V P8**. 2016. Disponível em: <<http://www.usinainfo.com.br/sensores-para-arduino/sensor-de-tensao-ac-127220v-p83728.html>>. Acesso em: 07 set. 2016.

YORK, D.; KUSHLER, M.; WITTE, P. **Examining the peak demand impacts of energy efficiency: A review of program experience and industry practices**. 2007. Disponível em: <<https://www.naesb.org/pdf2/dsmee061807w1.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2016.

INFLUÊNCIA DOS REGULADORES DE CRESCIMENTO NA INDUÇÃO DE CALOS PRIMÁRIOS EM *Piper divaricatum* G. MAYER

Rosana Silva Corpes

Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Biotecnologia, Universidade Federal do Pará
Belém - Pará

Orlando Maciel Rodrigues Junior

Mestrando no programa de Pós-graduação em Fitopatologia, Universidade Federal de Viçosa -
MG

Rosiene Silva Corpes

Licenciada em Pedagogia, Universidade Federal do Pará, Belém - Para

Joyce Kelly do Rosário da Silva

Doutora em Química, Universidade Federal do Pará, Belém - Pará

Oriel Figueira de Lemos

Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas
Embrapa Amazônia Oriental, Belém - PA

Ilmarina Campos de Menezes

Doutora em Genética e Biologia Molecular
Embrapa Amazônia Oriental, Belém - Pará

RESUMO: *Piper divaricatum* G. Meyer (Piperaceae) é distribuída na região Amazônica. Seu óleo essencial apresenta elevado potencial fungicida *in vitro* e tolerância *in vivo* contra o fitopatógeno *Fusarium solani* f. sp. *piperis*, causador da fusariose em pimenteira-do-reino (*Piper nigrum* L). Neste sentido, o desenvolvimento celular através da cultura de calos torna-se interessante para explorar produtos provenientes do metabolismo

primário e secundário, obter suspensões celulares além de possibilitar a propagação via formação de gemas ou embriões somáticos para preservação da espécie. O objetivo deste estudo foi estabelecer um protocolo de cultivo para indução de calos primários em *P. divaricatum* visando estudos futuros referentes à sua embriogênese somática e seus metabólitos secundários. Para a obtenção dos calos, foram utilizados como explantes segmentos foliares de *P. divaricatum* provenientes de plântulas micropropagadas *in vitro*. O cultivo foi feito em placas de Petri contendo meio MS (Murashige e Skoog) suplementado com ANA (ácido α -naftalenoacético) e BAP (6-benzilaminopurina). Aos 60 dias de cultivo, foram verificadas diferenças na formação dos calos com eficiência de 100% para o tratamento T4 (5 mg/L de ANA + 2,5 mg/L de BAP), seguido do tratamento T3 (0 mg/L de ANA + 2,5 mg/L de BAP) com 84% na indução de calos. Os resultados demonstram que a combinação destes reguladores é eficaz, o que possibilitará novos estudos com as células que podem ser proliferadas a partir desta espécie.

PALAVRAS-CHAVE: Biotecnologia vegetal, cultivo *in vitro*, reguladores de crescimento, Piperaceae

ABSTRACT: *Piper divaricatum* G. Meyer (Piperaceae) is distributed in the Amazon

region. Its essential oil has high fungicidal potential *in vitro* and tolerance *in vivo* against the phytopathogen *Fusarium solani* f. sp. *piperis*, which causes fusariosis in black pepper (*Piper nigrum* L). In this sense, the cellular development through the callus culture becomes interesting to explore products from the primary and secondary metabolism, to obtain cellular suspensions besides to allow the propagation through formation of somatic embryos or embryos for the preservation of the species. The objective of this study was to establish a culture protocol for induction of primary callus in *P. divaricatum* possibiliting future studies in relation to somatic embryogenesis and its secondary metabolites. To obtain the callus, leaf segments of *P. divaricatum* from micropropagated seedlings *in vitro* were used as explants. Cultivation was done on Petri dish containing MS medium (Murashige and Skoog) supplemented with ANA (α -naphthaleneacetic acid) and BAP (6-benzylaminopurine). At 60 days of culture, differences in callus formation were observed with 100% efficiency for T4 treatment (5 mg / L ANA + 2.5 mg/L BAP), followed by treatment T3 (0 mg / L of ANA + 2.5 mg / L BAP) with 84% in callus induction. The results demonstrate that the combination of these regulators is effective, which will enable further studies with cells that can be proliferated from this species.

KEYWORDS: Plant biotechnology, *in vitro* culture, growth regulators. Piperaceae

1 | INTRODUÇÃO

A técnica de cultura de tecidos vegetais consiste no cultivo de células ou tecidos vegetais sob condições químicas e físicas apropriadas, representando uma das áreas de maior êxito da biotecnologia (GIACOMETTI, 1990). A regeneração de plantas através da cultura de tecidos baseia-se no princípio da totipotência, onde uma célula madura (diferenciada ou especializada) é estimulada a funcionar como uma célula meristemática, um fenômeno conhecido como dediferenciação. Neste processo, as células ditas diferenciadas retêm toda a informação genética requerida para o desenvolvimento de uma planta inteira (HOPKINS, 2000).

O cultivo de calos pode ser utilizado para se estudar o desenvolvimento celular, explorar produtos provenientes do metabolismo primário e secundário e obter suspensões celulares. A propagação também pode ocorrer via formação de gemas ou embriões somáticos (LANDA et al., 2000). *Piper divaricatum* é uma dicotiledônea pertencente à Piperaceae, a qual vem sendo estudada nos últimos anos devido ao seu elevado potencial fungicida *in vitro* e tolerância *in vivo* contra o fitopatôgeno *Fusarium solani* f. sp. *piperis*, causador da fusariose em pimenteira-do-reino (*Piper nigrum* L.) (MEIRELES, 2016). Estudos visando o estabelecimento de um protocolo de cultivo *in vitro* através de sementes desta espécie foram desenvolvidos e percebeu-se a influencia do meio de cultivo, bem como as condições de luminosidade nos aspectos morfológicos e no processo de germinação *in vitro*, apresentando períodos de maior culminância durante os estádios de desenvolvimento (CORPES, et al., 2015). O uso de reguladores vegetais quando empregados no manejo da planta podem modificar

seu comportamento, alterando não só a produtividade, como o seu metabolismo secundário, obtendo-se em alguns casos um aumento no teor de óleo essencial (SHUKLA; FAROOQI, 1990).

Óleo essencial de *P. divaricatum* apresenta elevadas concentrações de metileugenol (50 – 90%), um fenilpropanoide com propriedades antioxidante, inseticida e fungicida (DA SILVA, 2010; SILVA 2014, CORPES, 2015). Os principais compostos voláteis identificados aos 90 dias no cultivo *in vitro* e *in vivo* foram metileugenol (80,9/79,7%), β -elemeno (7,2/4,7%) e *E*- β -ocimeno (6,1/8,7%) nas folhas. Houve produção de metileugenol em baixa quantidade (10,2%) e altas concentrações de elemol (38,2%) e α -selineno (38,2%) nas raízes. Por outro lado, as raízes cultivadas *in vivo* foram ricas em monoterpenos com δ -3-careno (19,8%), limoneno (14,8%) e α -felandreno (12,7%). Além disso, não houve variação no teor de compostos fenólicos nas folhas e raízes, porém o extrato das folhas cultivadas *in vitro* apresentou maior atividade antioxidante aos 90 dias (CORPES et al., 2016).

Estudos comparativos entre as diferentes condições de cultivo são importantes, uma vez que podem reforçar a hipótese de que plantas regeneradas *in vitro* sintetizam metabólitos semelhantes à planta matriz e mantêm suas propriedades biológicas (CORPES, 2015). A cultura de calos *in vitro* nos fornece a possibilidade de obter embriões somáticos que podem deter todas as informações necessárias para formação de um indivíduo completo.

Neste aspecto o cultivo *in vitro* de *P. divaricatum* é uma alternativa viável, devido suas várias potencialidades e ocorrência restrita na Amazônia. O objetivo deste estudo foi estabelecer um protocolo de cultivo para indução de calos primários em *P. divaricatum* visando estudos futuros referentes à embriogênese somática e de seus metabólitos secundários.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios de cultivo *in vitro* foram desenvolvidos no Laboratório de Biotecnologia Vegetal da Embrapa Amazônia Oriental (Belém-PA). Nesta etapa, foram utilizados como explantes segmentos foliares de *P. divaricatum* de aproximadamente 0,5 cm², provenientes de plântulas micropropagadas *in vitro*. Em seguida, os explantes foram cultivados em placas de Petri (15 x 90 mm) contendo meio MS (Murashige e Skoog) suplementado com ANA (ácido α -naftalenoacético) e BAP (6-benzilaminopurina) resultando em seis tratamentos com diferentes combinações (Tabela 1).

Os explantes foram inoculados com a face abaxial em contato com o meio de cultura e cultivados em estufas incubadoras a temperatura de 25°C \pm 2°C e ausência de luz nos períodos de 30 e 60 dias. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 5 repetições por tratamento e cada parcela composta por 5 explantes. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 3 x 2 x 2, sendo o regulador de

crescimento ANA nas concentrações (0,0, 5,0 e 10,0 mg/L); BAP (combinado ou não com ANA) e dois tempos de incubação (30 e 60 dias).

Tratamentos	Concentração (mg / mL)	
	ANA	BAP
T0	0	0
T1	5	0
T2	10	0
T3	0	2,5
T4	5	2,5
T5	10	2,5

Tabela 1. Tratamentos utilizados para indução de calos em segmentos foliares de *P. divaricatum*.

Fonte: CORPES et al., (2016)

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após 60 dias de cultivo foram observadas diferenças na formação de calos primários. O tratamento T4 (5 mg/L ANA + 2,5 mg/L BAP) foi o que apresentou os melhores resultados na indução de calos em *P. divaricatum*, com 100% de formação de calos aos 60 dias, seguido de T3 (0 mg/L ANA + 2,5 mg/L BAP) com 84% da formação de calos (Tabela 2).

Tratamentos	Calos formados (%)	
	30 dias	60 dias
T0	0	0
T1	0	0
T2	16	16
T3	64	84
T4	84	100
T5	48	68

Tabela 2: Percentagem de formação de calos em relação ao tempo de incubação e aos tratamentos utilizados para indução de calos em *P. divaricatum*.

Fonte: CORPES et al., (2016)

A indução de calos primários em explantes foliares e entrenós de *Piper hispidinervum* foi influenciada pelas auxinas (ANA, AIA, AIB e 2,4-D) nas concentrações de 2,5 e 5 mg.L⁻¹, foi observado que ocorreu uma maior indução de calos quando o tipo de explante é oriundo da região foliar (COSTA et al., 2008). O processo de indução de calos em explantes foliares de *P. aduncum* foi otimizado a partir da combinação 4,4 µM BAP + 5,4 µM ANA com a formação de 100% de calos (PEREIRA et al., 2000).

Os reguladores de crescimento para indução de calos mostraram bons resultados

no cultivo *in vitro* de *P. aduncum* e *P. hispidinervum*. *P. aduncum* mostrou uma taxa de 88% na formação de calos ao ser suplementada com 5 mg/L de ANA + 2,5 mg/L de BAP. No entanto, a espécie *P. hispidinervum* apresentou uma taxa de apenas 32% (SOUSA, 2013).

Os resultados mostram que a adição de 2,5 mg/L de BAP, possibilitou 84% de indução de calos com características embriogênicas em *P. divaricatum*. Ao combinar 5 mg/L de ANA + 2,5 mg/L de BAP, ocorreu 100% da indução de calos, porém estes apresentaram características embriogênicas ou friáveis que podem ser observadas no período de 30 a 60 dias (figura 1)

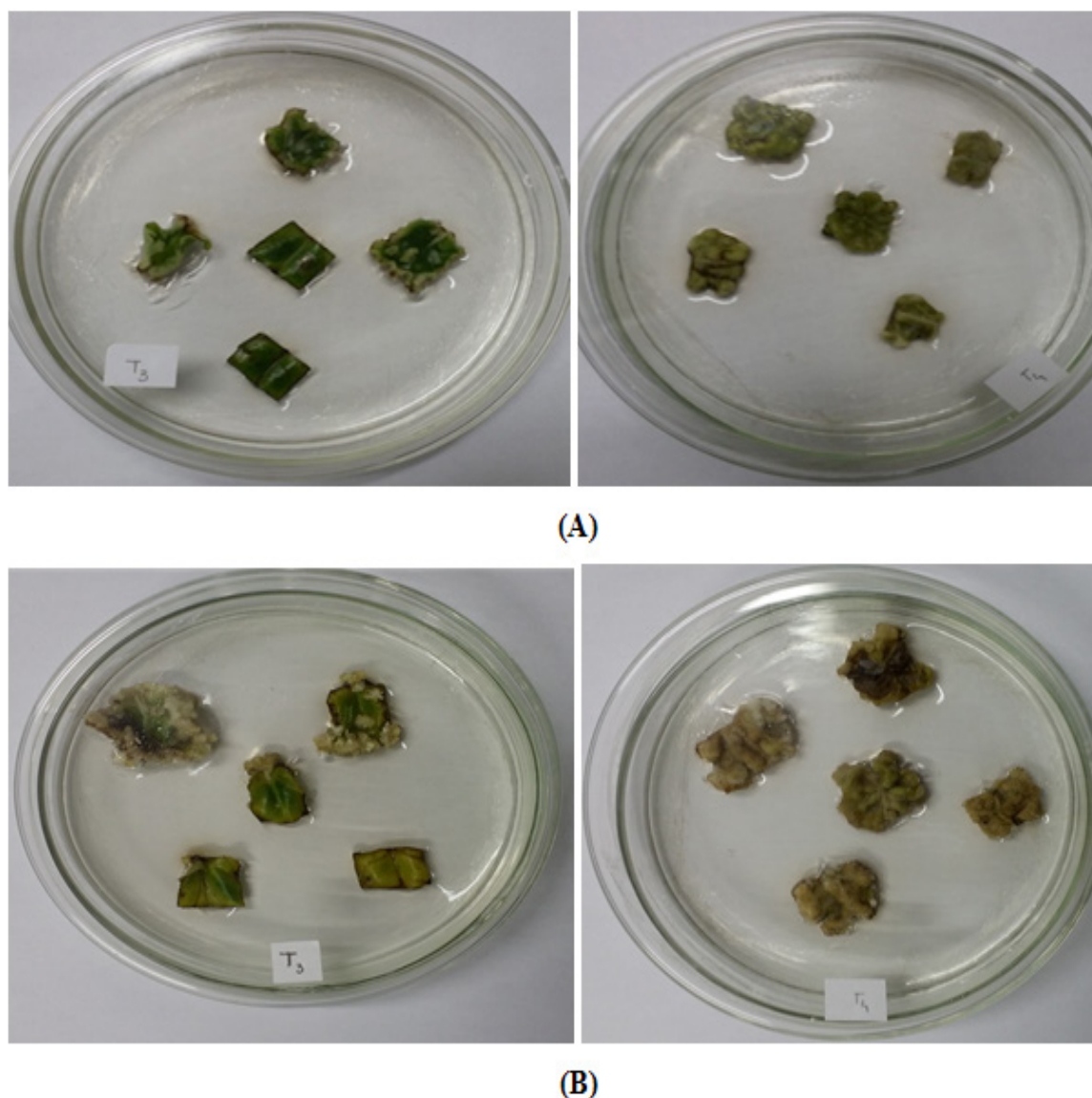


Figura 1: Explantes foliares de *Piper divaricatum* inoculados em meio de cultura MS adicionado dos reguladores de crescimento 0 mg.L⁻¹ de ANA + 2,5 mg.L⁻¹ de BAP (T3) e 5 mg.L⁻¹ de ANA + 2,5 mg.L⁻¹ de BAP (T4) aos 30 dias (A) e aos 60 dias (B)

Fonte: CORPES et al., (2018)

A organogênese *in vitro* de *P. hispidinervum* através de estacas oriundas da germinação *in vitro* foi avaliada utilizando concentrações de BAP de 0,25 a 1,0 mg/L puro ou combinado com AIB. A formação de calo ocorreu em todas as concentrações testadas, exceto na de 0,25 mg/L de BAP (SALVARO, 2009)

Ao observarmos a figura 1, podemos visualizar que o processo de proliferação das células ocorre inicialmente na região lateral das folhas em ambos os tratamentos. No decorrer dos dias, este processo se estende para região central das células e também é possível observar a presença de calos embriogênicos e friáveis no tratamento 4 aos 60 dias.

4 | CONCLUSÕES

No que diz respeito a influência dos reguladores de crescimento para produção de calos primários em *P. divaricatum*, constatou-se que a combinação dos reguladores ANA e BAP, é eficaz no processo de indução de calos, sendo a concentração 5 mg.L⁻¹ de ANA + 2,5 mg.L⁻¹ de BAP (T4) a mais eficiente. Por outro lado, a utilização de BAP na concentração 2,5 mg.L⁻¹(T3), também mostrou bons resultados. O processo de indução de calos em *P. divaricatum* poderá nos possibilitar a otimização da produção de metabólitos secundários com elevado interesse.

REFERÊNCIAS

- CORPES, R.S. **Produção e avaliação da atividade antioxidante de metabólitos secundários de *Piper divaricatum* G. Meyer sob diferentes condições de cultivo**. 2015, 60 p. Dissertação de Mestrado em Biotecnologia . Universidade Federal do Pará. Belém-PA, 2015.
- CORPES, R.S. et al.; Germinação *in vitro* e formação de plântulas de *Piper divaricatum* G. Mayer sob diferentes condições de cultivo. **Anais do 4º Simpósio de Estudos e Pesquisas em Ciências Ambientais na Amazônia**. Universidade do Estado do Pará, 2015.
- CORPES, R.S. et al.; Influência dos reguladores de crescimento na indução de calos primários em *Piper divaricatum* G. MAYER. **Anais do 5º Simpósio de Estudos e Pesquisas em Ciências Ambientais na Amazônia**. Universidade do Estado do Pará, 2016.
- CORPES, R.S et al.; Propagação *in vitro* e *in vivo* de *Piper divaricatum* (Piperaceae) e avaliação da produção de fenilpropanoides. **39ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**. Goiânia, 2016.
- COSTA, F. H. S. et al . Influência de auxinas e tipos de explantes na indução de calos friáveis em *Piper hispidinervum* C. DC. **Revista Ciência e Agronegócio**, v.39, n.2, p.269-274, 2008.
- DA SILVA, J. K R.; ANDRADE, E. H. A. ; GUIMARÃES, E. F; MAIA, J. G. S. Essential Oil Composition, Antioxidant Capacity and Antifungal Activity of *Piper divaricatum* Meyer. **Natural Product Communications**, v. 5, p. 477-480, 2010.
- GIACOMETTI, D. C. Impacto atual da cultura de tecidos de plantas. In: TORRES, A.C.; CALDAS, L. S. **Técnicas e aplicações da cultura de tecidos de plantas**. Brasília: ABCTP/ EMBRAPA-CNPQ, p.19-28, 1990.
- HOPKINS, W. G. **Introduction to Plant Physiology**. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, Inc, 512 p. 2000.

LANDA, F. S. L. et al . Indução *in vitro* de calos em explantes foliares de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, p. 56-63, 2000.

MEIRELES, E. N. M ; XAVIER, L. P ; RAMOS, A. R ; MAIA, J.G.S. ; SETZER, W. N.; DA SILVA, J.K.R. . Phenylpropanoids produced by *Piper divaricatum*, a resistant species to infection by *Fusarium solani* f. sp. *piperis*, the pathogenic agent of Fusariosis in black pepper. **Journal of Plant Pathology & Microbiology**, v. 7, p. 333-338, 2016.

PEREIRA, A. M. et al. Callus Culture of *Piper aduncum* for the Production of Bioactive Micromolecules. In: **Latin-American Symposium on the Production of Medicinal, Aromatic and Condiments Plants** v. 569 (p. 41-45), 2000.

SALVARO, L. M. S. **Reguladores vegetais e poliaminas na organogênese *in vitro* de *Piper hispidinervium* Candolle de Candolle: análises biométricas e bioquímicas**. Tese (doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu- SP, 2010.

SHUKLA. A; FAROOQI AHAE. Review article: Utilization of plant growth regulators in aromatic plant production. **Current Research Medicinal & Aromatic Plants**, v. 12, n. 3, p. 152-157, 1990.

SILVA, J. K. R.; SILVA, J. R de A. ; NASCIMENTO, S. B. ; LUZ, S. F. M. ; MEIRELES, E. N. M ; ALVES, C. N. ; Maia, J.G.S. ; RAMOS, A. R . Antifungal Activity and Computational Study of Constituents from *Piper divaricatum* Essential Oil against *Fusarium* Infection in Black Pepper. **Molecules** (Basel. Online), v. 19, p. 17926-17942, 2014.

O LÚDICO COMO ESTRATÉGIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE PROPRIEDADES DA MATÉRIA

Williams Carlos Leal da Costa

Universidade do Estado do Pará – UEPA
Salvaterra – Pará

Donizette Monteiro Machado

Universidade do Estado do Pará – UEPA
Salvaterra – Pará

Amlton dos Santos Barbosa Júnior

Universidade do Estado do Pará – UEPA
Salvaterra – Pará

José Diogo Evangelista Reis

Universidade do Estado do Pará – UEPA
Salvaterra – Pará

Criscia Thaianne da Silva Machado

Universidade do Estado do Pará – UEPA
Salvaterra – Pará

Ronilson Freitas de Souza

Universidade do Estado do Pará – UEPA
Belém – Pará

Sendo executado com 37 alunos do Cursinho Popular do Campus XIX da Universidade do Estado do Pará (UEPA), dividido em três etapas: (i) Aula expositiva com o tema “Propriedades da matéria”; (ii) Aplicação do jogo, com o propósito de proporcionar um maior contato desta temática com os alunos; (iii) aplicação de um questionário de avaliação. Como resultado pode-se destacar que houve uma participação efetiva dos alunos, e observou que os mesmos ficaram entusiasmados com a atividade proposta. Quando se fez o seguinte questionamento: “*you would like that your professor used games didactic in other subjects studied in the classroom?*”, todos os participantes disseram que Sim. E como justificativas, a maioria dos alunos relataram que: 1- “*sim, pois torna interessante e descontraído, além de aprimorar os conhecimentos*”, 2- “*Porque aprendemos brincando e é bem prazeroso dessa maneira*”. Dessa forma, pode-se concluir que a utilização de estratégias metodológicas como o jogo lúdico para o ensino de Ciências torna a aprendizagem mais eficaz, tornando o ensino mais atrativo, uma que possibilita aos estudantes correlacionar o assunto estudado com fenômenos que ocorrem no seu cotidiano. Além permitir a realização de trabalho em grupo, estimular a participação do aluno durante as aulas e torná-la mais dinâmica.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino e Aprendizagem.

RESUMO: As atividades lúdicas implementadas em sala de aula facilitam o entendimento dos conteúdos, além de contribuir com a motivação e interação dos alunos. Neste contexto, a função das atividades lúdicas, através de jogos didáticos estimula a capacidade de divertir com o prazer propiciado ao jogador, enquanto o papel educativo está relacionado à ansiedade por conhecimento e habilidade. Este trabalho teve objetivo ensinar propriedades da matéria com o auxílio do jogo “Trilha: Propriedade da Matéria”.

ABSTRACT: The ludic activities are used in the classroom facilitate the learning of the contents, and contribute to the motivation and interaction of the students. In this context, the function of ludic activities, through didactic games stimulates the ability to entertain with the pleasure of play, while the educational role is related to the anxiety for knowledge and skill. The current work had the objective to teach properties of the discipline with the aid of the game “Trail: Property of Matter”. This study was carried out with 37 students from the Cursinho Popular from Campus XIX of the University of the State of Pará (UEPA), divided in three stages: (i) Lecture on the theme “Properties of matter”; (ii) Application of the game, with the purpose of providing a closer contact with the students; (iii) the application of an evaluation questionnaire. As a result it can be emphasized that there was an effective participation of the students, and observed that they were enthusiastic about the proposed activity. When asked the following question: “Would you like your teacher to use didactic games on other subjects studied in the classroom?”, All participants said Yes. And as justifications, most students reported that: 1- Yes, because it makes it interesting and relaxed, besides improving the knowledge “, 2-” Because we learn by playing and it is very pleasant in this way. “ In this way, we conclude that the use of methodological strategies such as ludic for teaching science makes learning more effective, making teaching more attractive, one that allows students to correlate the studied subject with phenomena that occur in their daily lives. In addition to allowing group work, stimulate student participation during classes and make it more dynamic.

KEYWORDS: Teaching and Learning. Play Games. Didactic Resource.

1 | INTRODUÇÃO

Segundo Viscovini et al. (2009), uma forma de incentivar o interesse dos educandos em relação ao ensino, principalmente, o de química é com a utilização de novos recursos pedagógicos, que possibilitem sua participação como sujeito ativo no processo de ensino-aprendizagem. Neste sentido, o jogo lúdico é uma alternativa metodológica aos professores, à medida que através dele pode-se trabalhar determinado assunto de forma mais divertida e menos abstrata (BROUGÈRE, 1998; MELO, 2015).

O jogo está presente na história da humanidade de diversas maneiras, desde o início das civilizações (HUIZINGA, 2007). Sua presença está interligada com a arte de ensinar e de desenvolver o ser humano, proporcionando diversão através da construção de novos conhecimentos (CARDIA, 2011). Dessa forma, com a intencionalidade pedagógica pode-se oportunizar um espaço de interação e prazer na aquisição de novos conhecimentos.

Assim como outras metodologias, o jogo tem a capacidade de instigar a

curiosidade dos alunos, e interação nas aulas, podendo aumentar seu interesse e autonomia na construção do seu aprendizado, além de estimular a concentração, e incentivar o trabalho em cooperação (VYGOTSKY, 1991).

Com a aprendizagem, atenção e concentração que o jogo proporciona ao participante, ele está sendo incorporado nas práticas educativas da educação escolar. Vale ressaltar que ao inserir o jogo em sua prática pedagógica, o educador precisa planejar seu objetivo juntamente com as regras do jogo, desse modo, além da recreação, o educador precisa possibilitar um espaço de ensino e aprendizagem, senão o jogo será apenas uma brincadeira, sem regras e sem cunho pedagógico.

Para Cunha (2012), o jogo de ensino apresenta dois pontos em equilíbrio: o lúdico e o educativo. De acordo com Kishimoto (1996), a função lúdica está ligada com a capacidade de divertir e com o prazer propiciado ao jogo, já o educativo está relacionado à ansiedade pelo conhecimento e habilidade.

Analisando o ensino de Ciências Naturais, percebe-se que o aprendizado está pautado na transmissão do conhecimento científico de forma tradicional, simplista e linear onde o aluno recebe informações prontas e, muitas vezes, não consegue apreendê-las. Desse modo, a busca pelo conhecimento se torna incompreensível e pouco atrativa.

Tal questão se reflete nas aulas de Química, pois, é uma disciplina que acabou se tornando “abstrata”, com pouca contextualização dos conhecimentos científicos com os fenômenos inseridos nas vivências dos alunos e que podem ser dialogados para incentivar um olhar mais observador, interessado e crítico (ARNONI; BORGES; KOIKE, 2005). Diante disto, este trabalho tem como objetivo ensinar propriedades da matéria com o auxílio do jogo “Trilha: propriedade da matéria”.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

A proposta metodológica foi desenvolvida com 37 alunos pertencentes ao Cursinho Popular da UEPA, Campus XIX no Município de Salvaterra, Ilha de Marajó-PA. O estudo se caracteriza com o tipo pesquisa-ação, por apresentar um método mais flexível de obtenção de dados, se comparado com outros tipos de pesquisa, uma vez que possibilita um maior envolvimento entre pesquisador e as pessoas pesquisadas (TRIPP, 2005). Este trabalho foi dividido em três etapas:

Na **primeira etapa** ministrou-se uma aula sobre: Propriedades da matéria, com auxílio de recursos audiovisuais (projeter de slides e notebook), assim como a estrutura do local (quadro magnético e seus componentes) a fim de esclarecer possíveis dúvidas dos alunos a respeito do assunto ou, ainda, transmitir novos conhecimentos sobre o assunto para quem não o conhecia.

No **segundo momento**, com objetivo de socializar os conhecimentos adquiridos ao longo da aula e melhorar a aprendizagem do aluno, utilizou-se o jogo “Trilha:

propriedade da matéria”, jogo desenvolvido pelos idealizadores da proposta. Para a construção do jogo foram necessários os seguintes materiais: para a fabricação do “dado químico e do tabuleiro do jogo (Figura 1) foram utilizadas folhas de papel de fotografia A4, onde foi impresso o designer de ambos, cola; tampas de garrafas PET (de 4 cores diferentes) servindo como os peões.



Figura 1 – Tabuleiro do jogo.

Fonte: Autores, 2017.

No **terceiro momento**, foi aplicado um questionário com as seguintes perguntas: *Você conseguiu relacionar o assunto ministrado em sala de aula com seu dia a dia? você gostaria que seu professor utilizasse jogos didáticos em outros assuntos estudados em sala de aula?*, a fim de se obter informações sobre a avaliação dos educandos sobre a metodologia empregada e possíveis sugestões.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao introduzir a proposta metodológica pôde-se perceber que houve bastante interesse e interação dos alunos ao decorrer da aula, principalmente, quando eram abordados com perguntas relacionadas aos assuntos do cotidiano. Isto tudo, foi constatado ao final da atividade nas respostas que os alunos deram ao questionário aplicado.

Os dados a seguir foram coletados, no questionário. A partir da pergunta: *Você conseguiu relacionar o assunto ministrado em sala de aula com seu dia a dia?*; dos 37 alunos consultados todos afirmaram que *sim*. Quando pedido para justificar a resposta, a maioria dos alunos respondeu que SIM, com maior frequência para as seguintes respostas: 1: *sim, pois a maioria estão relacionados com os fatos do cotidiano*; 2: *Sim, pois lembrou-me o assunto propriedades da matéria com mais*

facilidade (Aluno B). De acordo com Jiménez Lizo, Sanches Guadix e De Manuel (2002), o estudo nessa perspectiva utiliza o contexto vivenciado pelos alunos como exemplos imersos em meio aos conhecimentos científicos teóricos, numa tentativa de torna-lhes mais compreensíveis, estando os dados dessa primeira pergunta. Nesse sentido, conseguimos observar que o educando consegue relacionar e internalizar novos conhecimentos facilmente quando são tratados com os exemplos de suas experiências cotidianas, a partir disso, podemos trabalhar noções abstratas através da imaginação e percepção e por mediação do educador.

Em outra pergunta: você gostaria que seu professor utilizasse jogos didáticos em outros assuntos estudados em sala de aula? a maioria dos alunos respondeu que SIM, com maior frequência para as seguintes repostas: 1: *Sim, pois torna interessante e descontraído, além de aprimorar os conhecimentos*; 2: *Pois dá uma ideia de competição que ajuda no aprendizado*; 3: *Porque aprendemos brincando e é bem prazeroso dessa maneira*; 4: *As aulas ficam bem interessantes e com uma boa dinâmica no aprendizado*; 5: *É um meio que atrai a atenção de todos*.

De acordo com a fala desses alunos os jogos lúdicos no ensino geram mais interesse, participação colaborativa, espírito competitivo, trabalho em grupo, além de, dessa maneira, tornar as aulas mais agradáveis, tudo isso está em consonância com o que diz Cardia (2011) em se tratando da utilização do lúdico como recurso didático.

Melo (2015) acrescenta que o uso de jogos pedagógicos possibilita um espaço de interação e aprendizado. Fato este percebido durante a atividade prática onde se pôde constatar uma maior interação entre os alunos e os acadêmicos envolvidos na aplicação do trabalho, uma vez que a sua realização favoreceu a dinâmica da aprendizagem, colocando o professor não apenas como um transmissor de informações, mas como um mediador de conhecimentos que também aprende quando ensina.

4 | CONCLUSÃO

Dessa forma, pode-se concluir que a utilização de estratégias metodológicas como o jogo lúdico para o ensino de Ciências pode tornar a aprendizagem mais prazerosa, pois possibilita ao aluno fazer correlação do assunto estudado com fenômenos que ocorrem no seu cotidiano e construir novos conhecimentos a partir disso. Além disso, esta ferramenta pedagógica pode incentivar a realização do trabalho em grupo, e assim torna a aula mais dinâmica com um espaço de troca de conhecimentos e experiências.

Além do mais, observa-se a falta de recursos nos espaços escolares que possibilitem o educador criar metodologias diferenciadas, por isso, a proposta deste projeto é uma forma prática e simples com o uso de materiais reutilizáveis e de baixo custo, que refletem na criatividade e interesse do próprio professor para mediar o ensino de forma mais dinâmica e que valorize os saberes dos alunos.

REFERÊNCIAS

ARNONI, M. E. B; KOIKE, L. T; BORGES, M. A. **Hora da Ciência**: Um Estudo sobre Atividades Experimentais no Ensino do Saber Científico. Livro Eletrônico dos Núcleos de Ensino da UNESP, São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://www.unesp.br/prograd/PDFNE2003/Hora%20da%20ciencia.pdf>>. Acesso em: 07 mai. 2017.

BROUGÈRE, G. **Jogo e educação**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

CARDIA, J.; A.; P. A Importância da presença do lúdico e da brincadeira nas séries iniciais: um relato de pesquisa. **Revista Eletrônica de Educação**, UniFil, v. 5, n. 9, p. 01-14, 2011. Disponível em:<<http://www.unifil.br/portal/images/pdf/documentos/revistas/revistaeletronica/educacao/jul-dez-2011.pdf>>. Acesso em: 07 mai. 2017.

CUNHA, M. B. Jogos no Ensino de Química: Considerações Teóricas para sua Utilização em Sala de Aula. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 92-98, 2012. Disponível em:< http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc34_2/07-PE-53-11.pdf>. Acesso em: 23 maio 2017.

HUIZINGA, J. **Homo ludens**: o jogo como elemento da cultura. 5. ed. São Paulo: Perspectiva, 2007.

KISHIMOTO, T. M. O jogo e a educação infantil. **Perspectiva**. Florianópolis, v. 12, n. 22, p. 105-128, 1994. Disponível em:<https://www.inesul.edu.br/professor/arquivos_alunos/doc_1311627204.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2017.

MELO, P. R. H.; SOUZA, A. L.; MEOTTI, E. E.; CONRADO, J. A. M. Jogos didáticos de Química na escola estadual Oswaldo Cruz: uma estratégia motivadora no ensino e aprendizagem. **EDUCAmazônia**, v. 14, n. 1, p.109-121, 2015. Disponível em: < <http://docplayer.com.br/19215606-jogos-didaticos-de-quimica-na-escola-estadual-oswaldo-cruz-uma-estrategia-motivadora-no-ensino-e-aprendizagem.html>>. Acesso em: 07 mai. 2017.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**, v. 31, n. 03, p. 443-466, 2005. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/ep/v31n3/a09v31n3.pdf>>. Acesso em: 08 mai 2017.

VISCOVINI, R. C.; GOZZI, M. E.; ARIAS, C.; MIRANDA, D. P.; SIGOLI, L. S. M.; ZANQUETTA, V. A. Recursos pedagógicos e atuação docente. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO – EDUCERE, III Encontro Sul Brasileiro de Psicopedagogia, 9. 2009, Paraná. **Anais...** Paraná: PUCPR, 2009. p. 1230-1238. Disponível em: < http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2009/1872_1130.pdf>. Acesso em: 09 maio 2017.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

O USO DA MODELAGEM COMO RECURSO DIDÁTICO AUXILIADOR NO ENSINO DE LIGAÇÕES QUÍMICAS

Donizette Monteiro Machado

Universidade do Estado do Pará – UEPA
Salvaterra – Pará

Williams Carlos Leal da Costa

Universidade do Estado do Pará – UEPA
Salvaterra – Pará

Amlton dos Santos Barbosa Júnior

Universidade do Estado do Pará – UEPA
Salvaterra – Pará

José Diogo Evangelista Reis

Universidade do Estado do Pará – UEPA
Salvaterra – Pará

Débora Portal Lopes

Universidade do Estado do Pará – UEPA
Salvaterra – Pará

Tales Vinicius Marinho de Araújo

Universidade Federal do Pará – UFPA
Benjamin Constant – Amazonas

Rita de Cássia Pereira dos Santos

Universidade do Estado do Pará – UEPA
Belém – Pará

RESUMO: O presente trabalho teve por finalidade desenvolver uma metodologia adequada, utilizando-se da modelagem como recurso didático alternativo, visando tornar as aulas mais atrativas e de fácil compreensão do assunto “Ligações Químicas”, proporcionando ao aluno uma aprendizagem eficiente no ensino do mesmo. A atividade foi desenvolvida com

sete estudantes pertencentes a um cursinho pré-vestibular — vinculado à Pró-reitora de Extensão da Universidade do Estado do Pará (PROEX/PA) —, em Salvaterra – PA, sendo dividida em duas etapas: a primeira foi constituída de uma avaliação diagnóstico, por meio da aplicação de um questionário e uma aula expositivo-dialogada; na segunda foi realizada uma atividade prática, e por fim foi realizada uma última intervenção avaliativa com enfoque voltado para a opinião do aluno sobre a metodologia empregada e conhecimentos obtidos durante a execução das atividades. Acerca da metodologia utilizada neste trabalho: os participantes foram unânimes em sua opinião ao avaliarem, como ótima metodologia a utilização do recurso pedagógico durante a prática. O uso de estratégias metodológicas diferenciadas de ensino, como a modelagem, possibilitam que o aluno seja sujeito ativo no processo de construção do seu conhecimento, refletindo e fazendo, aliando o conhecimento teórico ao prático, além de tornar o assunto “visível”, pois o discente faz em modelos palpáveis as ligações iônica e covalente, com isso diminui-se a abstração desse assunto, facilitando o entendimento do aluno.

Palavras-chave: Modelagem, Recurso didático alternativo, Ligações iônica e covalente.

ABSTRACT: The current work aimed to develop

a methodology, using modeling as an alternative didactic resource, the work search to make classes harmonious and easy to understand the subject “Chemical Bonds” - ionic and covalent bonds -, providing the student with an efficient learning in the teaching of chemistry. The activity was developed with seven students from the pre-university course - Pro-Rector of Extension of the University of the State of Pará (PROEX / PA) - in Salvaterra city - PA, this work was divided into two stages: of a diagnostic evaluation, through the application of a questionnaire and an expository-dialogue class; in the second stage a practical activity was carried out, and finally an evaluation intervention was carried out focusing on the student’s opinion about the methodology used and the knowledge obtained during the execution of the activities. The methodology used in this work was: the participants were correct in their answers, as a good methodology the use of the pedagogical resource during the practical activity. The use of differentiated methodological strategies of teaching, such as modeling, enables the student to be an active subject in the process of constructing his knowledge, reflecting and making theoretical knowledge of practical knowledge, besides making the subject “visible”, since the student elaborates palpable models the ionic and covalent bonds, with that diminishes the abstraction of this subject, facilitating the student’s learning.

KEYWORDS: Modeling, Alternative teaching resource, Ionic and covalent bonds.

1 | INTRODUÇÃO

A Química é o ramo da Ciência que estuda a matéria, sua composição, transformação e as condições envolvidas nesse processo (RUSSELL, 1994). As ligações químicas são uma parte da Química que estudam as forças que agem entre os átomos. As duas interações mais fortes: a ligação iônica, que é a força que mantém os íons unidos, depois que um átomo cede definitivamente um, dois ou mais elétrons para outro átomo, e a ligação covalente, que consiste na união entre átomos estabelecida por pares de elétrons (ATKINS; JONES, 2012).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) apresentam propostas didáticas que vão contra à memorização dos conteúdos, fórmulas e conhecimentos repassados sem relação com o cotidiano do aluno (BRASIL, 1999). Entretanto, o ensino de Química ainda se baseia em uma metodologia que não estimula o aluno a ir além do que é abordado em sala de aula (LIMA et al., 2002; CARVALHO; BUENO; SILVA, 2009).

Quando se estuda ligações químicas é necessário utilizar modelos, que são representações da realidade; formas simplificadas de explicar determinado fenômeno na tentativa de entendê-lo (MENDONÇA; JUSTI; OLIVEIRA, 2006). Além disso, a utilização de modelos alternativos diminui o nível de abstração do objeto de estudo que não pode ser observado, tornando a aprendizagem mais significativa, pois proporciona ao aluno correlacionar o conteúdo proposto com o seu cotidiano (PERUZZO; CANTO, 2006; FERREIRA et al., 2007).

Muitas vezes, o livro didático é o único recurso disponível a ser utilizado pelos professores e alunos, nas aulas de Química (e de outras disciplinas), que tem como base os modelos neles representados, devido a esse fator, torna-se conveniente a utilização de novas abordagens metodológicas e inovadoras para o ensino (CARVALHO; BUENO; SILVA, 2009; FERNANDES; CAMPOS; MARCELINO JUNIOR, 2010; MELO; NETO, 2010).

A partir disso, é necessário utilizar ferramentas que auxiliem o professor no ensino de ligações químicas; e possibilite ao discente uma maior interação na ação educativa e envolvimento com o assunto trabalhado. Logo, o referido trabalho tem como objetivo a utilização de materiais didáticos (alternativos e de baixo custo) como ferramenta complementar no ensino de ligações químicas, tornando o modelo palpável, no qual o discente poderá montar, desmontar, visualizar, envolvendo-se na ação educativa.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho possui caráter quali-quantitativo no que se refere ao levantamento e análise de dados, contribuindo para uma maior veracidade dos questionamentos e especulações levantadas ao longo processo educativo (FIGUEIREDO; SOUZA, 2008).

Tendo como público-alvo sete alunos pertencentes a um cursinho pré-vestibular — vinculado à Pró-reitora de Extensão da Universidade do Estado do Pará (PROEX – UEPA), situado no município de Salvaterra/PA —, a metodologia foi executada em quatro etapas distintas.

2.1. Primeira Etapa

Foi feita uma avaliação diagnóstica, por meio da aplicação de um questionário contendo perguntas abertas, semiabertas e fechadas, com a finalidade de averiguar quais conhecimentos prévios os alunos possuem acerca do conteúdo ligações químicas. Segundo Rubem e Lopes (2014) as perguntas abertas e semiabertas se destinam a obtenção de respostas livres e utilizadas à pesquisa qualitativa, já as fechadas, para respostas mais precisas, sendo ambas utilizadas principalmente na pesquisa quantitativa.

2.2. Segunda Etapa

Foi desenvolvida uma aula expositivo-dialogada com o tema “Ligações Químicas”, sendo ilustrada — a partir de uma apresentação de slides — com exemplos de substâncias do cotidiano dos educandos, relacionando suas propriedades e características com o conteúdo de ligações químicas. Além disso, utilizou-se do quadro branco para esclarecimentos das regras de efetuação das ligações iônicas e covalentes, de acordo com a grade curricular estabelecida pelo órgão de educação responsável (SEDUC-

PA).

2.3 Terceira Etapa

Com o intuito de aliar a prática com o ensinamento teórico, os alunos foram organizados em grupos para acompanhamento e construção de interações atômicas específicas. Para a prática — Construção de ligações químicas — adaptada da produção didático-pedagógica “EXPERIMENTOS DE CIÊNCIAS EM MICROESCALA: QUÍMICA E FÍSICA” (CRUZ; LEITE; ORECCHIO, 1996), foram necessários os seguintes materiais: cartelas feitas com folhas de papel (A4), com representações atômicas; alfinetes coloridos; micro elásticos e isopor.

2.4. Quarta Etapa

Foi realizada uma última intervenção avaliativa, seguindo os moldes do primeiro questionário (contendo perguntas abertas, semiabertas e fechadas), com enfoque voltado para a opinião do aluno sobre a metodologia empregada e conhecimentos obtidos durante a execução das atividades.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente trabalho apresentou resultados conforme a metodologia descrita, sendo devidamente analisados e convertidos em gráficos, se necessário.

Objetivou-se trabalhar com a turma do cursinho pré-vestibular (PROEX- UEPA), composta por aproximadamente 30 alunos. Entretanto, apenas uma pequena parcela da turma - sete discentes - esteve presente no decorrer das atividades. Por questões éticas e para manter em anonimato a identificação dos sujeitos da pesquisa, optou-se por nomeá-los da seguinte forma: alunos 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7.

Na primeira pergunta (Questionário 1) foi indagado: “O que você entende sobre ligações químicas?” Dos sete alunos entrevistados, somente dois conseguiram responder de forma satisfatória a interrogativa. Isto se justifica devido ao fato de 86% deles possuírem dificuldade em compreender o assunto abordado.

Tais dificuldades, segundo eles, são devidas à falta de interesse pela disciplina por ser muito abstrata, ou seja, o professor não utiliza artifícios que possibilitem uma melhor visualização daquilo que é estudado, como por exemplo, a utilização da modelagem. De acordo com Ferreira et al. (2007), o uso de modelos implica na diminuição do nível de abstração, aumentando o interesse dos alunos. Este fato ficou evidente durante a execução do projeto.

A segunda questão (Questionário 2) perguntava aos participantes: “Como você avalia a prática metodológica sendo complementada com recursos didáticos alternativos, em aulas de Química?” Cem por cento (100%) dos entrevistados avaliaram como ótima metodologia com a utilização do recurso pedagógico durante a prática. Tal

quantificação foi confirmada, com as seguintes respostas:

Aluno 1: “Porque aprendemos mais.”

Aluno 2: “Pois, facilita no aprendizado, desde o momento que há interação entre aluno e professor.”

Aluno 3: “Isso chama a atenção e prende o aluno a gostar de fazer.”

Aluno 4: “Acabamos identificando o que realmente acontece nas ligações.”

Aluno 5: “Assim nós aprendemos mais.”

Aluno 6: “Sim, porque na teoria aprendemos, mas na prática conseguimos entender melhor a aula.”

Aluno 7: “Porque ficamos mais práticos nas aulas, e praticamos algumas coisas.”

Tais depoimentos mostram a aceitação do público-alvo acerca da utilização de recursos alternativos, que viabilizaram um maior interesse pelo assunto “Ligações Químicas”, rompendo o método tradicional de ensino. Já que no momento da prática se empenharam na construção de moléculas com base no seu conhecimento adquirido, durante a aula teórica (Figura 1). Quando perguntados se gostariam que seus professores de química utilizassem métodos como esse para complementar as aulas de química, todos eles responderam que “sim”. De acordo com Ferreira et al. (2007), a utilização de modelos torna as aulas mais atrativas possibilitando um melhor aprendizado.

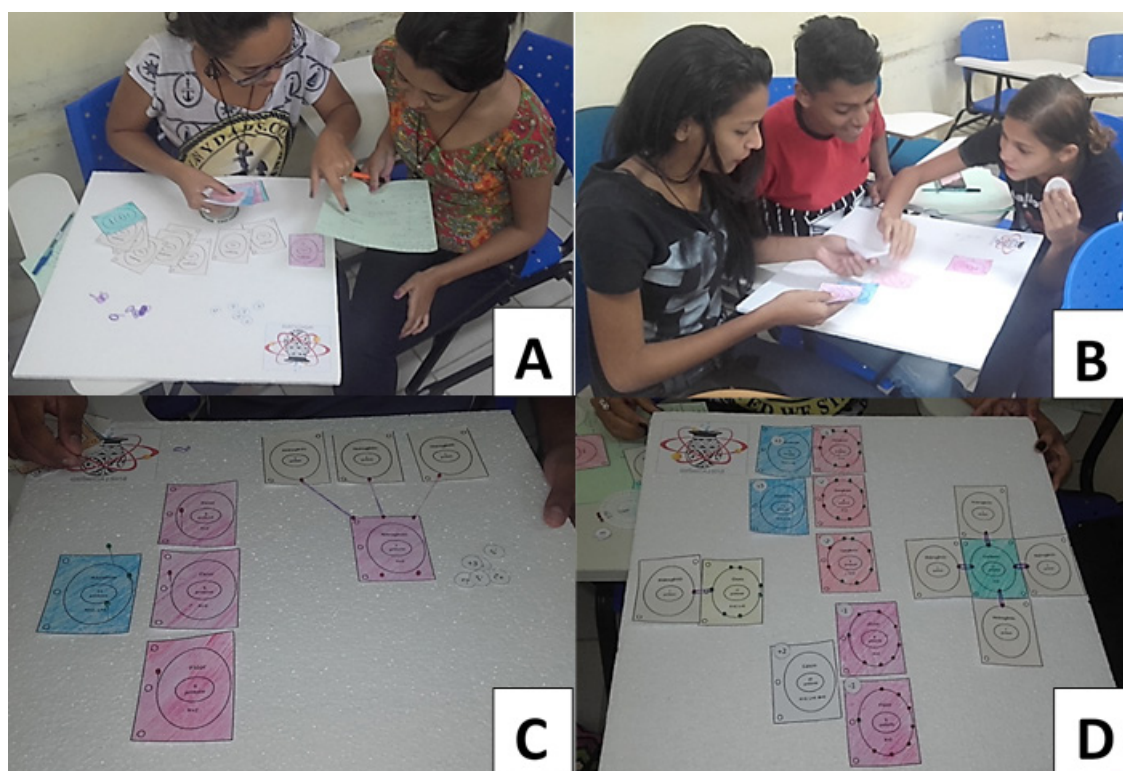


Figura 1: Construção das substâncias químicas: (A) Elaboração das ligações Inter atômicas, previamente, na teoria; (B) Participação ativa no âmbito da atividade prática; (C) Organização na montagem das ligações (D) Finalização com as substâncias – iônicas e covalentes.

Fonte: Autores, 2016.

4 | CONCLUSÃO

A forma com que os conteúdos são trabalhados é fundamental para promover a obtenção de conhecimentos eficientes por parte do aluno. O uso de estratégias metodológicas diferenciadas de ensino, como a modelagem, possibilita que o aluno seja sujeito ativo no processo de construção do seu conhecimento, refletindo e fazendo, aliando o conhecimento teórico ao prático. Além disso torna o assunto “visível”, pois o discente faz em modelos palpáveis as ligações iônica e covalente, com isso diminui-se a abstração desse assunto, facilitando o entendimento do aluno.

REFERÊNCIAS

ATKINS, P. W.; JONES, L. **Princípios de química: Questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

BRASIL, Ministério da Educação (MEC). **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.

CARVALHO, A. S.; BUENO, S. G.; SILVA, A. F. A. Concepções dos estudantes sobre o conceito de ligação química. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISAS EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis - SC. **Anais eletrônicos...** Florianópolis - SC, 2009. Disponível em: < <http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/1208.pdf> >. Acesso em: 15 jun. 2016.

CRUZ, R.; LEITE, S.; ORECCHIO, L. A. **Experimentos de ciências em microescala: Química e Física**. São Paulo: Editora Scipione, 1996.

FERNANDES, L.S.; CAMPOS, A. F.; MARCELINO JÚNIOR, C. A. Concepções Alternativas dos Estudantes Sobre Ligação Química. **Experiências em Ensino de Ciências**, [S. l.], v.5, n.3, 2010. p. 19-27.

FERREIRA, P. F. M.; QUEIROZ, A. S.; MENDONÇA, P. C. C. Modelagem e representações no ensino de ligações iônicas: análise em uma estratégia de ensino. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 6, 2007, Florianópolis- SC. **Anais eletrônicos...** Florianópolis- SC, 2007. Disponível em: < <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/CR2/p244.pdf> >. Acesso em: 19 ago. 2016.

FIGUEIREDO, A. M.; SOUZA, S. R. G. de. **Como elaborar projetos, monografias, dissertações e teses: da redação Científica à apresentação do texto final**. 2 ed. Rio de Janeiro: Editora Lumen Juris, 2008.

LIMA, J. A contextualização no Ensino de Cinética Química. **Química Nova da Escola**, [S. l.], n. 11, 2002. p. 26-29.

MELO, M. R.; NETO, G. L. Dificuldades de ensino e aprendizagem dos modelos atômicos em química. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE, 4, 2010, Laranjeiras - SE. **Anais eletrônicos...** Laranjeiras - SE, 2010. Disponível em: < http://educonse.com.br/2010/eixo_05/E5-44.pdf >. Acesso em: 8 set. 2016.

MENDONÇA, P. C.; JUSTI, R.; OLIVEIRA, M. M. Analogias sobre Ligações químicas elaboradas por alunos do Ensino Médio. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 6, n. 1, 2006, p. 22-34.

PERUZZO, F. M.; CANTO, E. L. **Química na abordagem do cotidiano**. 4. ed., São Paulo: Moderna, 2006.

RUBEM, C.M.; LOPES, A.P. a relação professor-aluno no processo ensino-aprendizagem de Química em uma escola da rede pública de ensino médio em Benjamin Constant – AM. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA, 12, 2014, Fortaleza - PE. **Anais eletrônicos...** Fortaleza - PE, 2014. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/simpequi/2014/trabalhos/90/4214-17292.html>>. Acesso em: 15 jun. 2016.

RUSSELL, J. B. **Química Geral**. 2. ed., São Paulo: Pearson Makron Book, 1994.

PLANTAS TÓXICAS DO ACERVO DO HERBÁRIO IAN: EUPHORBIACEAE JUSS. RISCO / BENEFÍCIO NA SAÚDE DOS SERES VIVOS

Gabriely dos Santos

Universidade Federal do Pará, acadêmica de
Farmácia
Belém – Pará

Jone Clebson Ribeiro Mendes

Museu Paraense Emílio Goeld, Coordenação de
Botânica
Belém – Pará

Sebastião Ribeiro Xavier Júnior

EMBRAPA Amazônia Oriental, Laboratório de
Botânica (IAN)
Belém – Pará

Silvane Tavares Rodrigues

EMBRAPA Amazônia Oriental, Laboratório de
Botânica (IAN)
Belém – Pará

RESUMO: Euphorbiaceae Juss. é uma das maiores e mais complexas famílias das Angiospermas, com cerca de 6.300 espécies e 245 gêneros assume posição de destaque nos trópicos e subtropicais, especialmente nos continentes americano e africano. No Brasil, está representada por 63 gêneros e 950 espécies distribuídos em todas as regiões. Muitas espécies da família apresentam um alto grau de toxicidade para humanos e animais em várias partes do mundo. Objetivamos o levantamento de plantas tóxicas desta família existentes no acervo do herbário IAN, esclarecendo riscos e

os motivos para serem evitadas. O estudo foi baseado em material herborizado, depositado na coleção do herbário IAN, filtrado do Sistema BRAHMS apenas espécies consideradas como tóxicas existentes na literatura. Foram registradas 5.447 amostras da família Euphorbiaceae no acervo do Herbário IAN, classificadas em 88 gêneros e 1.636 espécies. Dentre as espécies que apresentam toxicidade, existem 45 espécimes de *Croton cajucara* Benth, 45 de *Manihot esculenta* Crantz., 27 *Jatropha gossypifolia* L., 19 *Jatropha curcas* L., 17 *Phyllanthus niruri* L., 7 *Ricinus communis* L., 6 *Euphorbia tithymaloides* L., 5 *Aleurites moluccanus* L., 5 *Cnidoscolus urens* L., 3 *Manihot glaziovii* Müll., 2 *Euphorbia pulcherrima* Wild., 1 *Euphorbia cotinifolia* L., 1 *Cnidoscolus phyllacanthus* Müll., 1 *Ditaxis desertorum* Pax et K. Hoffm, 1 *Jatropha multifida* L., totalizando 15 espécies. Acreditamos na importância da realização de estudos toxicológicos, fitoquímicos e farmacológicos sistematizados a fim de contribuir na profilaxia e redução no número de casos de intoxicação, além de conscientizar a população acerca do perigo em potencial que estas espécies representam.

PALAVRAS-CHAVE: Euphorbiaceae. Toxicidade. Coleções Botânicas. Medicina Popular

ABSTRACT Euphorbiaceae Juss. is one of the

largest and most complex families of the Angiosperms, with about 6,300 species and 245 genus. It occupies a prominent position in the tropics and subtropics, especially in the American and African continents. In Brazil, it is represented by 63 genus and 950 species distributed in all regions. Many species of the family present a high degree of toxicity for humans and animals in several parts of the world. We aim to survey the toxic plants of this family in the collection of the IAN herbarium, clarifying risks and the reasons to avoid them. The study was based on herbal material, deposited in the collection of the IAN herbarium, filtered from the BRAHMS System only species considered as toxic in the literature. 5,447 samples of the Euphorbiaceae family were registered in the IAN herbarium collection, classified in 88 genus and 1,636 species. Among the species that present toxicity, there are 45 specimens of *Croton cajucara* Benth, 45 *de Manihot esculenta* Crantz., 27 *Jatropha gossypifolia* L., 19 *Jatropha curcas* L., 17 *Phyllanthus niruri* L., 7 *Ricinus communis* L., 6 *Euphorbia tithymaloides* L., 5 *Aleurites moluccanus* L., 5 *Cnidocolus urens* L., 3 *Manihot glaziovii* Müll., 2 *Euphorbia pulcherrima* Wild., 1 *Euphorbia cotinifolia* L., 1 *Cnidocolus phyllacanthus* Müll., 1 *Ditaxis desertorum* Pax et K. Hoffm, 1 *Jatropha multifida* L., totaling 15 species. We believe in the importance of systematized toxicological, phytochemical and pharmacological studies in order to contribute to the prophylaxis and reduction in the number of cases of intoxication, in addition to making the population aware of the potential danger that these species represent.

KEYWORDS: Euphorbiaceae. Toxicity. Botanical Collections. Popular Medicine

1 | INTRODUÇÃO

Euphorbiaceae Juss. é uma das mais diversificadas e complexas famílias de Angiospermas e a maior da ordem Malpighiales (Wurdack; Davis, 2009), compreendendo cerca de 245 gêneros e aproximadamente 6.300 espécies (GOVAERTS et al., 2000; RADCLIFFE-SMITH, 2001). Representantes da família assumem posição de destaque nos trópicos e subtropicais, especialmente nos continentes americano e africano com poucos gêneros extratropicais.

No Brasil está representada, por 63 gêneros e 945 espécies, distribuídos em todas as regiões, de acordo com a Flora do Brasil 2020 (*on line*, em construção, www.floradobrasil.jbrj.gov.br), podem ser encontradas em todos os domínios fitogeográficos do país. Dentre os gêneros mais diversos pode-se destacar: *Croton* L. (aprox. 300 spp.), *Manihot* Miller. (aprox. 80 spp.), *Dalechampia* L. (aprox. 70 spp.) e *Acalypha* L. (49 spp.).

Ainda segundo Flora do Brasil 2020, na Amazônia brasileira o táxon apresenta 56 gêneros e 286 espécies, Constitui um grupo de plantas muito relevante e de grande interesse econômico, especialmente por abrigar gêneros como *Hevea* Aubl. e *Manihot* Miller. Entretanto, Oliveira et al. (2003) enfatiza que muitas espécies da família Euphorbiaceae apresentam um alto grau de toxicidade para humanos e animais em

várias partes do mundo.

De acordo com Albuquerque (1980), ocorre na Amazônia um extraordinário número de plantas tóxicas e suspeitas de toxidez, nativas e exóticas, tanto nos campos naturais como nos jardins. As plantas tóxicas possuem substâncias que, por suas propriedades naturais, físicas, químicas, alteram o conjunto funcional-orgânico em virtude de sua incompatibilidade vital conduzindo o organismo vivo a reações biológicas diversas.

Neste sentido, o grau de toxicidade depende da dosagem e do indivíduo, embora haja substâncias tóxicas que, em dosagens mínimas, entram na composição de vários remédios (Albuquerque, 1980). Para Pinillos et al. (2003), a cultura e a desinformação da população, além da quantidade ingerida pelo acidentado são fatores que dificultam o diagnóstico e o tratamento em casos de envenenamento por plantas tóxicas.

Dados do Sistema Nacional de Informação Tóxico-Farmacológica, coordenado pelo Centro de Informação Científica e Tecnológica (CICT/FIOCRUZ/ SINITOX, 2013), revelam que a cada dez casos de intoxicação por plantas no Brasil, seis são de crianças menores de nove anos que intoxicam-se, geralmente, com plantas cultivadas em vasos dentro das residências. As intoxicações entre os adultos também são frequentes, sendo causadas, principalmente, pelo uso inadequado de plantas medicinais, alucinógenas e abortivas.

Considerando esses fatos, é evidente a necessidade de estudar as plantas tóxicas, especificamente as Euphorbiaceas que apresentam numerosos casos de intoxicação, as quais permanecem desconhecidos os fatores que possam ser importantes para tal ocorrência.

Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo realizar o levantamento de plantas tóxicas de Euphorbiaceae existentes no acervo do herbário IAN, expondo os farmacógenos □ parte tóxica da planta e seus efeitos no organismo vivo (humano ou animal); contribuindo para o esclarecimento de riscos que essas espécies podem oferecer e porque devem ser evitadas – ainda que algumas espécies contenham propriedades farmacológicas.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado, primeiramente, com consultas à literatura especializada depois verificada quais espécies existiam no acervo do Herbário IAN (Embrapa Amazônia Oriental), utilizando o banco de dados no sistema BRAHMS (Botanical Research and Herbarium Management System) no período de agosto a outubro de 2016, filtrando apenas aquelas espécies consideradas tóxicas de Euphorbiaceae.

Averiguou-se o nome das espécies de acordo com a Lista de Espécies da Flora 2020 e com os dados do Missouri Botanical Garden (MOBOT, www.tropicos.org), corrigindo-os quando necessário. Também foram consultados os registros fornecidos

pelo Centro de Informações Toxicológicas de Belém do Pará (CIT-Belém), localizado no Hospital Universitário João de Barros Barreto.

Por fim, foram descritas as espécies que apresentam toxicidade, designando para cada uma, o nome científico, nomes populares, principais ativos tóxicos, sintomas, sinais e comentários, de modo a revelar fonte de informação atualizada aos interessados em desenvolver pesquisa que ajudem na complexa avaliação risco / benefício desta família e, conseqüentemente, a promoção do uso racional destas plantas (e de derivados) na medicina popular.

E para as abreviações dos nomes dos autores dos gêneros e espécies seguem Brummit & Powell (1992).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

No total, foram registradas 5.447 amostras da família Euphorbiaceae no acervo do Herbário IAN, classificadas em 88 gêneros e 1.636 espécies. Dentre as espécies tóxicas, existem 45 espécimes de *Croton cajucara* Benth., 45 de *Manihot esculenta* Crantz., 27 *Jatropha gossypifolia* L., 19 *Jatropha curcas* L., 17 *Phyllanthus niruri* L., 7 *Ricinus communis* L., 6 *Euphorbia tithymaloides* L., 5 *Aleurites moluccanus* L., 5 *Cnidoscolus urens* L., 3 *Manihot glaziovii* Müll., 2 *Euphorbia pulcherrima* Wild., 1 *Euphorbia cotinifolia* L., 1 *Cnidoscolus phyllacanthus* Müll., 1 *Ditaxis desertorum* Pax et K. Hoffm, 1 *Jatropha multifida* L., conforme observado no Gráfico 1.

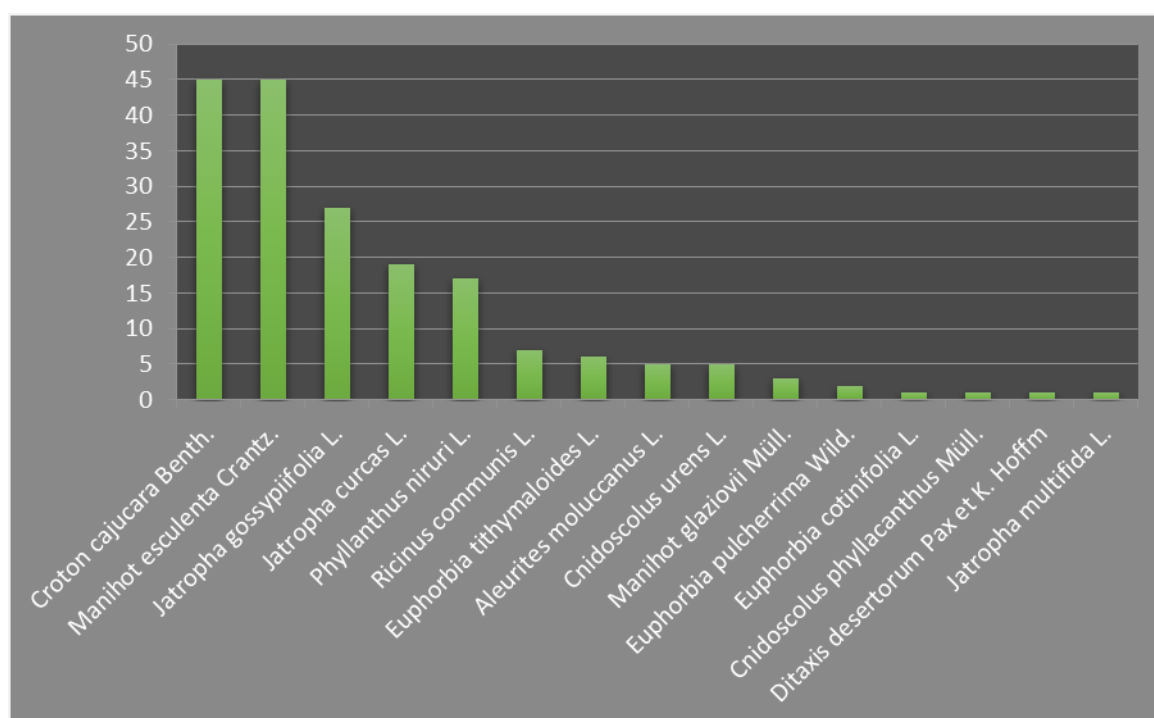


Gráfico 1 – Quantidade de espécies tóxicas presentes no acervo do Herbário IAN.

3.1 *Aleurites moluccanus* (L.) Willd. Sp. Pl., 4(1): 590. 1805.

Nomes Populares: noqueira-do-iguapé, noqueira-da-índia, castanha purgativa,

noz-da-índia

Partes tóxicas: fruto, sementes

Princípios ativos tóxicos: saponinas (toxalbumina), 13-O-tetradecanoil-20-O-acetil-12-desoxiforbol

Sintomas: cólicas abdominais

Sinais: diarreia intensa, vômitos, desidratação, queda de pressão, choque, irritação da pele e órgãos internos (MATOS et al., 2011)

Comentários: Em uma nota Técnica nº001/CIVITOX/CVA/SGVS/SES/MS (2016) mostra que seu uso vem sendo divulgado na Internet para emagrecimento, por suas propriedades laxativas, porém, existem diversas referências que citam sua toxicidade, principalmente das sementes não processadas, as quais contêm saponinas (toxalbumina) e desoxiforbol. Sendo que a dose tóxica é geralmente superior a três nozes, mas a sintomatologia tóxica já pode ser observada após a ingestão de apenas uma semente, no entanto, isso vai depender da particularidade de cada paciente, levando em consideração idade, peso e comorbidades.

Matos *et al.* (2011), relatam em seu trabalho a ocorrência de derivados de forbol nesta espécie, sendo o 13-O-miristil-20-O-acetil-12-desoxiforbol, embora sejam bastante frequentes os registros de sua ocorrência em *Aleurites fordii* Hemsl. como fator de toxidade em suas sementes.

3.2 *Cnidoscolus urens* (L.) Arthur. Torrey 21: 11. 1921.

Nomes Populares: urtiga cansaço, cansaço-de-leite, queimadeira, urtiga branca

Partes tóxicas: partes vegetativas e florais

Princípios ativos tóxicos: glicosídeos cianogênicos

Sintomas: provocam fortes dores localizadas, urticárias

Sinais: desmaios

Comentários: Muenscher (1958) e Melo & Sales (2008) citam em seu trabalho que esta espécie apresenta tricomas urticantes caracterizados por sensação imediata de queimadura seguida por um forte prurido, inflamação e dor por várias horas.

3.3 *Cnidoscolus phyllacanthus* (Müll. Arg.) Pax & L. Hoffm. Engler, H.G.A., Nat. Pflanzenfam. [Engler & Prantl], 19c: 165, 1931.

Nomes populares: faveleira, favela

Partes tóxicas: espinhos das folhas, folhas jovens,

Princípios ativos tóxicos: histamina, linamarina, ácido cianídrico (HCN)

Sintomas: sensação de queimadura, forte prurido, dor

Sinais: inflamação

Comentários: os espinhos da folha têm morfologia naturalmente desenvolvida para injetar o conteúdo de sua célula basal ao menor contato (MATOS et al., 2011). Os efeitos das microinjeções são determinadas por sensação de queimadura acompanhada

de forte prurido, inflamação e dor por várias horas; caso uma articulação seja atingida o dano causado pode ser permanente com perda parcial dos movimentos (OLIVEIRA, 1994).

O HCN é um dos venenos de ação mais rápida que se conhece para mamíferos (EGEKEZE; OEHME, 1984 apud GALINDO, 2015). Trata-se de um composto com odor de amêndoas amargas, volátil à temperatura ambiente e que nas plantas se encontra combinado à outras substâncias, principalmente à açúcares, formando os glicosídeos cianogênicos (TOKARNIA et al., 2012 apud GALINDO, 2015).

Oliveira et al. (2008) em seu trabalho experimental com caprinos comprovam que a intoxicação é causada pela presença de compostos contendo o ácido cianídrico (HCN) na folha da planta verde e fresca, sem espinhos. No entanto, os autores observaram que a planta tem toxicidade similar ou é mais tóxica que a maioria das plantas cianogênicas, pois causa intoxicação com doses de três gramas de folhas frescas por quilograma.

Em trabalhos com outras plantas da mesma família foi encontrada toxicidade de 6 - 10g/kg para *Manihot glaziovii* (TOKARNIA et al., 1994 - 1999; AMORIM et al., 2005).

3.4 *Croton cajucara* Benth. [Hooker's J. Bot. Kew Gard. Misc. 6: 376. 1854.](#)

Nomes populares: sacaca, sacaquinha, cajuçara, casca-sacaca, marassacaca, muirassacaca, pedra-ume, cajussara

Uso medicinal popular: problemas hepáticos e dor

Partes tóxicas: casca do caule, látex

Princípios ativos tóxicos: *trans*-desidrocrotonina (*t*-DCNT)

Sinais: hepatomegalia, elevação sérica das enzimas hepáticas, diarreia, ataxia, convulsões, tremores, dermatite (látex) (MATOS et al., 2011; DI STASI & HIRUMA-LIMA, 2002).

Comentários: *C. cajucara* representa um recurso medicinal de grande importância no tratamento e cura de várias doenças na região Amazônica, a casca desta planta é utilizada em forma de chá ou comprimidos no combate a diabetes, diarreia, malária, febre, problemas estomacais, hepáticos, renais, vesiculares e no controle elevado de colesterol (VAN DEN BERG, 1982; DI STASI, 1989; MARTINS, 1989, DI STASI et al., 1994; SALATINO et al., 2007).

No entanto, muitos estudos indicam que o uso prolongado dos extratos de *C. cajucara* podem produzir efeitos hepatotóxicos principalmente pelo seu constituinte bioativo, *t*-DCTN (STARASKI, 2006; SOARES, 2004; PITTLER; ERNST, 2003; LEKEHAL, 1996; KOUZI, 1994). Um estudo realizado com pessoas obesas que fazem o uso desta planta por longos períodos tem evidenciado que essas pessoas sofrem com hepatite tóxica (KOUZI et al., 1994; LEKEHAL et al., 1996; SOARES, 2004).

Maciel et al. (2000) e Silva et al. (2001) em seus trabalhos realizados na Amazônia

comprovaram também que o emprego de folhas e casca do caule de *C. cajucara* é incentivado principalmente para diminuição do peso corporal, e seu uso tem sido correlacionado com a frequente hepatite tóxica nesta região.

Estudos mostram ainda que a *t*-DCTN é citotóxica para fibroblastos U79 e tóxica para hepatócitos de rato *in vitro* e que a hepatotoxicidade parece ser uma possível limitação para seu uso clínico (RODRIGUES & HAUN, 1999; MELO et al., 2002).

Graim et al. (2008) também demonstraram que o infuso de *C. cajucara* foi capaz de promover degeneração e necrose hepatocitária. Portanto, os dados obtidos no estudo de Rabelo (2008) destacaram claramente que a *t*-DCTN apresenta toxicidade hepática quando administrada em altas doses (100 e 300 mg/kg, v. o), ilustrada por um aumento nas atividades de ALT e AST e nas lesões hepáticas, sendo que as doses menores (10 e 30 mg/kg, v.o) não elevaram os níveis das transaminases séricas, evidenciando que a toxicidade hepática associada a *t*-DCNT é dependente da dose.

3.5 *Ditaxis desertorum* Pax et K. Hoffm. Pflanzenr. IV. 147 VI (Heft 57): 62. 1912.

Nomes populares: sem nome vulgar

Partes tóxicas: planta toda

Princípios ativos tóxicos: desconhecidos

Sintomas: cólica, efeito cáustico

Sinais: anemia hemolítica, esplenomegalia e ascite

Comentários: No acervo do Herbário IAN foi encontrado um grande número de espécime de *D. desertorum*, na literatura não foi encontrado dados sobre a toxidez em humanos. No entanto, essa toxidez foi testada e afirmada em bovinos no trabalho de Tokarnia et al. (1997), onde a espécie revelou-se tóxica dependendo das doses administradas, causando sintomatologias distintas, a dose elevada única (7,7 g/Kg) ou doses médias repetidas em dois dias seguidos (2,5 e 3 g/Kg) causaram um quadro clínico de cólica com morte em questão de horas.

3.6 *Euphorbia cotinifolia* L. Sp. Pl. 1: 453. 1753.

Nomes populares: Leiteiro vermelho, caracasana, barrabás, aiapana, acacuí, figueirinha roxa, maleteira, vinagreira

Uso medicinal popular: cauterização de feridas, laxante

Partes tóxicas: látex

Princípio ativo tóxico: toxalbumina (4-deoxigenol), diterpenos

Sintomas: prurido, disfagia, dor com queimação, náuseas. Contato ocular: lesão na córnea.

Sinais: irritação de pele e mucosas com hiperemia ou vesículas e bolhas, pústulas, lesão irritativa, sialorréia, vômitos, edema de lábios e língua.

Comentários: Em um estudo publicado por Ribeiro et al. (2015) revelou que todos os extratos de *E. cotinifolia* (folha, caule, frutos, raiz) mostraram atividades

antibacterianas, antifúngicas e antioxidantes. Porém, não manifestaram atividade contra micobactérias.

3.7 *Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch. Allg. Gartenzeitung 2(4): 27–28. 1834.

Nomes populares: bico-de-papagaio, papagaio, rabo-de-arara, flor-de-santo-antônio, flor-de-natal, poinsetia

Partes tóxicas: exsudato

Princípio ativo tóxico: toxialbuminas

Sintomas: irritações na pele seguidas de dor, dor e queimação, náuseas

Sinais: asma, edema de lábios e língua, vômitos, lesões irritativas da mucosa bucal, lesões nas mucosas faríngea, esofágica e gástrica.

Comentários: O látex ou exsudato destas plantas possuem substâncias extremamente cáusticas (toxialbuminas) que levam a lesões locais. Existem várias espécies do gênero *Euphorbia* que apresentam os ésteres diterpênicos. Portanto, os acidentes geralmente acontecem no ato de poda, por causa da seiva leitosa, e assim, a intoxicação pode acontecer quando alguém ingere alimento com as mãos sujas deste látex (BARCIA, 2010).

No trabalho de Massmanian (1998) foi mostrado um caso de exposição da face de uma paciente que durante um corte de *E. pulcherrima*, houve uma reação fototóxica (Resulta da liberação de energia por agentes fotossensibilizantes e pode provocar danos a longo prazo na pele - Sociedade Brasileira de Dermatologia-SBD), devido a seiva (látex). Ibanez et al. (2004) faz o primeiro relato de caso de asma induzida pelo látex da flor de *E. pulcherrima*.

3.8 *Jatropha curcas* L. Sp. Pl. 2: 1006. 1753.

Nomes populares: pinhão, pinhão-manso, pinhão-de-purga, pinhão-branco, pinhão-paraguaio, figo-do-inferno

Uso medicinal popular: reumatismo, micoses, aftas, ferimentos, dores em geral, afecções dermatológicas e dos sistemas digestivo e nervoso.

Partes tóxicas: sementes, látex, folhas, casca

Princípios ativos tóxicos: enzimas proteolíticas e ésteres derivados do 16-hidroxiforbol; 12-O-tretadecanoil-13-O-acetil-16-hidroxiforbol e 12-desoxi-13-O-acetil-16-hidroxiforbol; toxalbumina jatrofina; toxalbumina curcina; glicosídeos cianogênicos; saponinas esteroidais (MATOS et al., 2011; RIZZINI & MORS, 1995).

Sintomas: irritação na pele, mucosas, olhos, gastrintestinais; náuseas, dores abdominais, cegueira, aglutinação de eritrócitos, efeito co-carcinogênico (MATOS et al., 2011; MENGUE et al., 2001; ALBUQUERQUE 1980).

Sinais: diarreia, vômito, evacuações sanguinolentas, escurecimento da visão, midríase, inchaços, cambaleio, inchação, coma, tumores e hemorragias internas (RODRIGUES et al., 2004; ALBUQUERQUE, 1980). Em casos graves ocorrem

espasmos musculares, entorpecimento, complicações respiratórias, hipotensão e desidratação; com a administração de diferentes extratos em ratas grávidas ocorreu reabsorção fetal mesmo quando administrados durante o sexto ou oitavo dia de gestação (MATOS et al., 2011; MENGUE et al., 2001).

Comentários: Para Adolf et al. (1984), a ação tóxica de *J. curcas* parece estar relacionada à capacidade que essa substância possui de gerar uma resposta inflamatória dos tecidos da mucosa intestinal quando as sementes são ingeridas.

Esse processo de intoxicação foi constatado no trabalho de Oliveira et al. (2007) quando registrou que os maiores casos de intoxicações em uma unidade clínica de Ribeirão Preto - SP, estava sendo com esta espécie (68% dos relatos). Segundo o Centro de Informação Tóxica de Belém (CIT/PA, 2016), foram registrados 165 (19%) casos de envenenamento ocasionados por plantas, sendo que para a espécie *J. curcas* houve 51 ocorrências.

O extrato bruto das sementes provocou em animais de Laboratório anemia macrocítica hipocrômica, provoca também dispneia e arritmias cardíacas; podem ocorrer também queimaduras internas, escurecimento da visão, midríase, cambaleio podendo levar ao coma. O extrato do fruto não deve ser usado em período de gestação.

Em caprinos, verificou-se que doses diárias de sementes de 0,25 a 10 g/kg no período de dois a 21 dias podem ser fatais, no início os efeitos são falta de apetite, redução no consumo de água, profusa diarreia, dores abdominais, desidratação e morte. Por biópsia, foram reveladas hemorragias em vários órgãos internos, congestão e edema do pulmão, degeneração do miocárdio e necrose dos hepatócitos (MATOS et al., 2011).

O embrião da semente deve ser sempre retirado, pois pode levar à cegueira provocada por alucinações que produz na hora do preparo do medicamento.

Quatro a cinco sementes já podem levar à óbito uma pessoa. Felizmente, o gado evita consumir as sementes de *Jatropha* devido ao látex que é incomodo e de sabor desagradável. O azeite das sementes é tóxico (HOEHNE, 1939).

3.9 *Jatropha gossypifolia* L. Sp. Pl. 2: 1006. 1753.

Nomes populares: pião roxo, erva purgante, mamoinha, raiz de teu, jalapão, pinhão de purga, pinhão bravo, pião

Uso medicinal popular: aftas, úlceras pépticas, diabetes, neoplasias, antidiarreico, cicatrizante, diurético, antimalárico, antimicrobiano, antiviral, moluscicida, sedativo

Partes tóxicas: folha e látex

Princípios ativos tóxicos: fitotoxinas, 12-desoxi-16-hidroxforbol-13-acilato com radicais ácidos altamente insaturados

Sintomas: depressor do sistema respiratório e cardiovascular.

Sinais: efeito purgativo, efeito cáustico na pele e mucosa

Comentários: Estudos toxicológicos realizados com preparações oriundas de *J. gossypifolia* L. apresentam resultados que apontam para significativa toxicidade da espécie, sobretudo, quando tais preparações são usadas por tempo prolongado (MARIZ, 2007).

Apresenta toxicidade aguda baixa, entretanto os efeitos tóxicos sob determinada dose foram efeitos neurológicos, ptose palpebral, paralisia do trem posterior, perda de peso, aumento da creatinina, AST, sódio e potássio, diminuição dos níveis de uréia e albumina, leucopenia; discretas alterações de coloração e consistência das vísceras. Além de poder provocar náuseas, vômitos violentos, diarreia sanguínea e coma (MARIZ et al., 2006; ALBUQUERQUE, 1980).

3.10 *Jatropha multifida* L. Sp. Pl. 2: 1006–1007. 1753.

Nome popular: flor de coral

Parte tóxica: sementes

Princípio tóxico ativo: toxalbuminas, ricina

Sintomas: dores abdominais, náuseas, vômitos, insuficiência hepática e renal

Sinais: desidratação, diarreia

Comentários: De acordo com Silva (2015) muitas espécies de *Jatropha* são tóxicas, por conter a toxalbumina e a ricina, que provocam vômitos, diarreia, desidratação e insuficiência renal e hepática. A ricina, por sua vez, também tem efeitos cardiotoxicos e hemolíticos, sendo documentadas várias mortes, principalmente de crianças que são atraídas pela forma e cor dos frutos (LEVIN et al., 2000). No Sri Lanka, uma criança vomitou várias vezes e tornou-se sonolenta após a ingestão de sementes dessa planta (GURUGE; SENEVIRATNE; BADURELIYA, 2007).

Os extratos metanólicos das folhas, flores e frutos demonstraram alta citotoxicidade em testes *in vitro* (MORAES et al., 2011). Segundo alguns estudos, há compostos de espécies de *Jatropha* que são capazes de provocar aglutinação e hemólise de glóbulos vermelhos, sendo também prejudicial às outras células (GURUGE et al., 2007; SABANDAR, 2010).

3.11 *Manihot esculenta* Crantz. Inst. Rei Herb. 1: 167. 1766.

Nomes populares: mandioca, mandioca-brava, macaxeira, aipim, aipim-quintal.

Partes tóxicas: tubérculos

Princípios ativos tóxicos: glicosídeos lanamarina e lotaustralina (MATOS et al., 2011)

Sintomas: dor de cabeça, fraqueza, tontura, náuseas,

Sinais: respiração difícil, cianose, vômito

Comentários: Devido à ampla adaptabilidade às condições ambientais e à capacidade produtiva, tornou-se alimento básico para muitas populações indígenas e complementar para outras (BROCHADO, 1977). Atualmente, é uma das principais

fontes alimentícias para as populações dos países tropicais e importante matéria prima para a extração de amido (VALLE et al., 2004).

Os tubérculos da *M. esculenta* são comestíveis e a intoxicação ocorre quando esta é ingerida imediatamente após a colheita ou durante a fabricação da farinha e outros produtos, e nos animais essa intoxicação ocorre quando eles têm acesso a manipueira, líquido rico em ácido cianídrico (HCN), resultante da compressão da massa ralada das raízes (CANELLA et al., 1968). Em animais, os sintomas aparecem 15 minutos após o início da ingestão e manifestam-se por tremores musculares, andar desequilibrado, dispneia, hipotensão, taquicardia, distúrbios gastrointestinais como náusea, vômitos, pressão do tórax, convulsões tetaniformes e cólicas (ALBUQUERQUE, 1980). Observa-se também perturbações neurológicas, sonolência, cianose, coma e finalmente o óbito por parada respiratória (MATOS et al., 2011).

No entanto, quando há o tratamento dos tubérculos mediante a moagem ou a ralação faz com que percam a toxicidade, e assim são consumidas (CEREDA, 2003; VALLE et al, 2004).

3.12 *Manihot glaziovii* Müll.Arg. Fl. Bras. 11(2): 446. 1874.

Nomes populares: maniçoba, maniçoba-do-ceará

Partes tóxicas: folhas e brotos

Princípios ativos tóxicos: glicosídeos cianogênicos (RIZZINI & MORS, 1995).

Sintomas: falta de oxigênio no cérebro. Em animais (bovinos), pode levar ao desenvolvimento de bócio e hipotireoidismo.

Sinais: Animais (Bovinos) - dificuldade de deglutição por dispneia, seguido de mucosas cianóticas, ereção das orelhas, incoordenação, tremores musculares, nistagmo, e tremor de cabeça e das pálpebras, seguidos de queda e permanência em decúbito lateral com movimentos de pedalagem e opistótono.

Comentários: Amorim et al. (2004, 2005) reproduziram a intoxicação cianídrica em amostras de *M. glaziovii* com doses de 5 a 12 g/kg em caprinos e bovinos em diferentes épocas, sendo que todas as amostras apresentaram toxicidade semelhante nas diferentes épocas em que foram testadas. Portanto, o resultado deste trabalho demonstra que a espécie apresenta toxicidade durante todo o seu ciclo vegetativo; ou seja, as intoxicações podem ocorrer em qualquer época em que se encontra a planta, independente da sua fase de crescimento.

3.13 *Euphorbia tithymaloides* L. Sp. Pl. 1: 453. 1753

Nomes populares: calcanhar-do-diabo, dois-irmãos, sapatinho-de-judeu, sapatinho, dois amores

Uso medicinal popular: problemas do coração, calmante

Partes tóxicas: raiz, látex

Princípios ativos tóxicos: pedilstatino (13-O-acetil-12-O-(2'Z, 4'E-octadienoil)-

4 α -desoxiforbol)

Sintomas: irritação da boca e garganta

Sinais: úlcera de córnea, cegueira, vômitos, diarreia, erupção na pele

Comentários: Ainda não se sabe se o pedilstatino atua como indutor de tumores ou como inibidor de células cancerosas; ação cáustica notadamente nos olhos. O extrato alcoólico de suas folhas aponta atividade pró-inflamatória em coelhos e ratos. Preparações obtidas da raiz possuem propriedades vomitivas e abortivas. O látex é cáustico, produz irritações na pele, vômitos e diarreia (ALBUQUERQUE, 1980; MATOS et al., 2011).

3.14 *Phyllanthus niruri* Linnaeus, C., Sp. Pl., : 981, 1753.

Nomes populares: quebra-pedra, erva-pombinha

Uso medicinal popular: cálculo renal, problemas na bexiga e de próstata, leucorréia,

cistite, retenção urinária, estômago, icterícia, afecções hepáticas, diabetes, eliminação do ácido úrico (TORRES, 2005 apud CRISPIM; NOGUEIRA; FIGUEIRA, 2012)

Princípios ativos tóxicos: alcaloides

Comentários: Abortiva em doses acima do normal. Devido à ação tóxica do alcalóide, necessita cuidado na dosagem. Pode provocar cólicas e diarreia no lactente, se usada durante o período da lactação. Não deve ser usada por hipotensos (RODRIGUES; GUEDES, 2006).

3.15 *Ricinus communis* L. Sp. Pl. 2: 1007. 1753.

Nomes populares: mamona, rícino, carrapeteira, palma-de-cristo

Partes tóxicas: semente (humano), folhas frescas (animais)

Princípios ativos tóxicos: ricina e ricinina (RIZZINI & MORS, 1995).

Sintomas: náusea, dor abdominal e nos casos agudos convulsões, apnéia e coma seguido de óbito (MATOS et al., 2011).

Sinais: diarreia sanguinolenta, vômito

Comentários: Endo & Tsurugi (1988) em seu trabalho caracterizam o princípio tóxico (ricina) com a capacidade de inativar especificamente e irreversivelmente ribossomos eucarióticos, impedindo a síntese protéica, causando a morte celular. O trabalho de Oliveira et al. (2006) corrobora com essas informações mostrando que a espécie *R. communis*, tem uma das toxinas mais potentes conhecidas do reino vegetal, pois o princípio tóxico de suas sementes é capaz de paralisar completamente a síntese protéica das células. No caso de inalação da poeira de resíduos produzidos pelas indústrias de beneficiamento da mamona, ocorrem problemas respiratórios, coriza e asma brônquica, conjuntivite, eczema e dermatites. Nos animais, no período de escassez de alimentos pela época seca, ocorrem sintomas de natureza neuromuscular,

como inquietação, andar desequilibrado, tremores musculares, sialorreia, eructação excessiva, podendo haver recuperação espontânea ou morte, dependendo da quantidade ingerida (MATOS et al., 2011). A torta, resultante da expressão do óleo, não presta para alimentação do gado, por ser tóxica (RIZZINI & MORS, 1995).

4 | INGESTÃO DE PLANTA DESCONHECIDA

Nos casos em que ocorre a ingestão de planta desconhecida, encaminhar o paciente ao hospital mais próximo para que a equipe de profissionais de saúde possa realizar os procedimentos de urgência necessários. Se possível, encaminhar junto ao paciente uma amostra ou restos da planta ingerida, para ser feita uma identificação posterior por profissional capacitado. Caso não se saiba qual foi a planta ingerida, pensar naquelas mais incidentes na região e que possam levar ao quadro clínico apresentado pelo paciente.

5 | MEDIDAS PREVENTIVAS

- Mantenha as plantas que apresentam toxicidade fora do alcance das crianças.
- Conheça as plantas tóxicas existentes em sua casa e arredores pelo nome científico e características.
- Ensinar as crianças a não colocar plantas na boca e não utilizá-las como brinquedos (fazer comidinhas, tirar leite, etc.).
- Não ingerir folhas, frutos e raízes desconhecidas. Lembre-se de que não há regras ou testes seguros para distinguir as plantas comestíveis e as venenosas. Lembre-se que nem sempre o cozimento elimina a toxicidade da planta.
- Tomar cuidado ao podar as plantas que liberam látex provocando irritação na pele e principalmente nos olhos; evitar deixar os galhos em qualquer local onde possam vir a ser manuseados por crianças; quando estiver lidando com plantas tóxicas use luvas e lave bem as mãos após esta atividade.
- Em caso de acidente, procure imediatamente orientação médica e guarde a planta para possível identificação.
- Em caso de dúvida ligue para o Centro de Intoxicação de sua região, ou fale com o Disque-Intoxicação da RENACIAT (Rede Nacional de Centros de Informação e Assistência Toxicológica), através do número 0800 722 6001.

6 | CONCLUSÕES

Diante do exposto, é possível afirmar que o uso na medicina popular bem como a ornamentação de espaços públicos e particulares por espécies de Euphorbiaceae deve ser desaconselhado pelos fortes indícios de relação risco-benefício desfavorável, ou seja, apresentam algum tipo de princípio tóxico.

Assim, fica evidente a importância da realização de estudos toxicológicos, fitoquímicos e farmacológicos sistematizados a fim de contribuir na profilaxia e redução no número de casos de intoxicação, tornando-se necessário divulgar as

espécies tóxicas mais comuns dessa família e também educar a população sobre a inconveniência de ingerir ou manusear qualquer espécie vegetal – desconhecida ou conhecida por apresentar efeitos terapêuticos – que não tenha estudo científico acerca de seus componentes fotoquímicos e atividades farmacológicas.

De acordo com Vasconcelos (1998), cerca de 20% dessas espécies citadas são utilizadas na ornamentação em ambientes públicos como canteiros, praças, pátios de escolas entre outros logradouros da cidade de Belém/PA e que apresentam potencial tóxico. Bochner (2006) afirma ainda que as plantas não devem ser removidas, sendo necessário conscientizar a população do perigo potencial que estas espécies representam.

Acreditamos que uma solução possível para a prevenção de acidentes, seria a identificação das espécies com placas informando sobre os riscos, além de atividades educativas que informem às crianças sobre os riscos de brincarem ou colocarem plantas na boca; aos adultos quanto ao uso racional de infusos e outras preparações e ornamentação de espaços.

REFERÊNCIAS

ABREU MATOS, F. J.; LORENZI, H.; SANTOS, L. F. L. dos; MATOS, M. E. O.; SILVA, M. G. V.; SOUSA, M. P. **Plantas tóxicas: estudo de fitotoxicologia química de plantas brasileiras**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2011. 256 p.

ADOLF, W.; OPFERKUCH, H. J.; HECKER, E. (1984). **Irritant phorbol derivatives from four *Jatropha* species**. *Phytochemistry* 23(1):129-132.

ALBUQUERQUE, J. M. **Plantas tóxicas no jardim e no campo**. Belém, PA: FCAP, 1980. 120 p.

AMORIM S. L.; MEDEIROS R. M. T., RIET-CORREA, F.; OLIVEIRA, A. C. P. 2004. **Estudo experimental com plantas cianogênicas em bovinos**. *Pesq. Vet. Bras.* 24 (Supl.):5-6.

AMORIM S. L.; MEDEIROS, R. M. T.; RIET-CORREA, F. 2005. **Intoxicação experimental por *Manihot glaziovii* (Euphorbiaceae) em caprinos**. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 25(3):179-187.

BARCIA, S. A. D. **Plantas Medicinais: do curso de plantas medicinais**. Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente. Divisão Técnica Escola Municipal de Jardinagem, 2010.

BEZERRA, C. W. C. **Plantas tóxicas do nordeste e plantas tóxicas para ruminantes e eqüídeos da microrregião do cariri cearense**. 2011. 71 f. Dissertação (mestrado em medicina veterinária) – Universidade Federal de Campina Grande, Patos-Pe.

BRASIL. Superintendência Geral de Vigilância em Saúde. Nota Técnica nº001/2016/CIVITOX/CVA/SGVS/SES/MS. Disponível em: http://www.saude.ms.gov.br/wp-content/uploads/sites/88/2016/02/Nota-T%C3%A9cnica-001_2016_Noiz-da-India.pdf. Acesso em: 13 set. 2016.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada. Dispõe sobre o registro de medicamentos fitoterápicos. Diário Oficial da União. Resolução nº. 48, 16 de março de 2004. Disponível em: <http://www.cpqba.unicamp.br/plmed/docs/Resolucao%20RDC%2048%20de%2016032004.PDF>. Acesso em: 20 ago. 2016

BRUMMITT, R. K.; POWELL, E. E. 1992. **Authors of Plants Names**. Royal Botanic Gardens, Kew.

CAMARGO, M. T. L. **Plantas medicinais e de rituais afro-brasileiros II: estudo etnofarmacobotânico**. São Paulo: Ícone, 1998. 232 p.

CANELLA, C. F. C.; DOBEREINER, J.; TOKARNIA, C. H. I. **Intoxicação experimental pela maniçoba (*Manihot glaziovii* Muell. Arg.) em bovinos**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 3, p.347-50, 1968.

CEREDA, M. P. **Processamento da mandioca como mecanismo de detoxificação**, p. 47-81. In: CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. F. Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosos amilacias. São Paulo: Fundação Cargill, 3(3), (Serie culturas de tuberosas amilacias Latino Americanas). 2003.

CRISPIM, A. A.; NOGUEIRA, C. R.; FIGUEIRA, C. M. de B. **COMPARAÇÃO ENTRE OS LEVANTAMENTOS ETNOBOTÂNICOS SOBRE O USO DE PLANTAS MEDICINAIS REALIZADOS NOS MUNICÍPIOS DE PASSA VINTE/MG E NO BAIRRO ARTHUR CATALDI, BARRA DO PIRAI/RJ**. *Revista Episteme Transversalis*, Barra do Piraí, v. 3, n. 1, p.1-16, 2012. Disponível em: <<http://revista.ugb.edu.br/index.php/episteme/article/view/61/779>>. Acesso em: 10 Set 2016.

DI STASI, L. C.; HIRUMA-LIMA, C. A. **Plantas medicinais na Amazônia e na Mata Atlântica**. 2. ed. rev. E ampl. São Paulo: Editora UNESP, 2002. 604 p.

ENDO, Y.; TSURUGI, K. (1988). **The RNA N-glycosidase activity of Ricin A-chain**. *The Journal of Biological Chemistry* 263(18): 8735-8739.

GALINDO, C. M. **Intoxicação espontânea e experimental por Tifton 68 (*Cynodon nlefuenses vanderyst*) em bovinos**. 2015. 65 p. Dissertação (mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal) – Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2015. Disponível em: <http://www.cav.udesc.br/arquivos/id_submenu/758/dissertacao_claudiagalindo.pdf> Acesso em: 16 out 2016.

OVAERTS, R., FRODIN, D.G.; RADCLIFF-SMITH, A. 2000. **World Checklist and Bibliography of Euphorbiaceae (and Pandaceae)**. Royal Botanical Garden, v. 2. p. 1-32.

HOEHNE, F. C. **Plantas e substâncias vegetais tóxicas e medicinais**. São Paulo: Departamento de Botânica, 1939. 356 p.

LIMA, R. M. de S.; SANTOS, A. M. N. dos; JARDIM, M. A. G. **Levantamento de plantas tóxicas em duas comunidades caboclas do estuário Amazônico**. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Botânica*, Belém, PA, v. 11, n. 2, p. 255-263, 1995.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. de A. **Plantas medicinais no Brasil nativas e exóticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 512 p.

MARIZ, S. R.; CERQUEIRA, G. S.; ARAÚJO, W. C.; DUARTE, J. C.; MELO, A. F. M.; SANTOS, H. B.; OLIVEIRA, K.; DINIZ, M. F. F. M.; MEDEIROS, J. A. **Estudo toxicológico agudo do extrato etanólico de partes aéreas de *Jatropha gossypifolia* L. em ratos**. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, São Paulo, SP, v. 16, n. 3, p. 372-378, jul./set.2006.

MARTINS, A. G.; do ROSÁRIO, D. L.; de BARROS, M. N.; JARDIM, M. A. G.. 2005 **Levantamento etnobotânico de plantas medicinais, alimentares e tóxicas da ilha do Combu, município de Belém, Estado do Pará, Brasil**. *Revista Brasileira Farmacêutica*, 86 (1), p. 21-30.

MENGUE, S.S.; MENTZ, L.A.; SCHENKEL, E.P.. 2001. **Uso de plantas medicinais na gravidez**. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 11 (1), p. 21-35.

OLIVEIRA, R. B; GODOY, S. A. P.; COSTA, F. B. **Plantas tóxicas: conhecimento para a prevenção**

de acidentes. Ed. Holos. 64 pp.2006.

OLIVERIA, R. B.; GIMENEZ, V. M. M.; GODOY, S. A. P. de. **Intoxicações com Espécies da Família Euphorbiaceae**. Rev. Brasileira de Biociências, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 69-71, 2007.

OLIVEIRA, D. M.; PIMENTEL L. A.; ARAÚJO J. A. S.; MEDEIROS R. M. T.; DANTAS, A. F. M.; RIET-CORREA, F. 2008. **Intoxicação por *Cnidoscolus phyllacanthus* (Euphorbiaceae) em caprinos**. Pesquisa Veterinária Brasileira 28(1):36-42.

RADCLIFFE-SMITH, A. 2001. **Genera Euphorbiacearum**. Royal Botanical Garden, Londres.

RIBEIRO, G. E. et al. **Phytochemical profile, antibacterial, antioxidant and cytotoxicity activities of *Euphorbia cotinifolia***. African Journal Of Pharmacy And Pharmacology, [s.l.], v. 9, n. 2, p.19-25, 15 jan. 2015. Academic Journals. Disponível em: <<http://www.academicjournals.org/journal/AJPP/article-full-text-pdf/6EC00DB49870>>. Acesso em: 13 Set 2016.

RIZZINI, C. T.; MORS, W. B. **Botânica econômica brasileira**. 2. ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural, 1995. 241 p.

RODRIGUES, S. T.; BERG, M. E. van den; POTIGUARA, R. C. de V.; LAMEIRA, O. A.; SANTOS, R. da S., 2004. **Plantas medicinais das comunidades do nordeste paraense: Marapanim, Augusto Correa e Bragança**. Documentos, 204, 1-25 p.

RODRIGUES, A. C. C.; GUEDES, M. L. S. **Utilização de plantas medicinais no povoado Sapucaia, Cruz das Almas – Bahia**. Revista Brasileira de Plantas Medicinais, Botucatu, v. 6, n. 2, p. 1-7, 2006.

TOKARNIA, C. H., DÖBEREINER, J.; PEIXOTO P. V. **Aspectos clínico patológicos complementares da intoxicação por algumas plantas tóxicas brasileiras**. Pesq. Vet. Bras. 14(4):111-122. 1994.

TOKARNIA, C. H.; CHAGAS, B. R. DOS.; CHAGAS, A. D. DAS.; SILVA, H. K. DA. **Anemia hemolítica causada por *D. desertorum* (Euphorbiaceae) em bovinos**. Pesq. Vet. Bras. 17 (3/4): 112-116, 1997.

TOKARNIA, C. H., PEIXOTO, P. V., BRITO, M. F., DUARTE, M. D.; BRUST, L. A. C. 1999. **Estudos experimentais com plantas cianogênicas em bovinos**. Pesq. Vet. Bras. 19(2):84-90.

WURDACK, K. J.; DAVIS, C. C. 2009. **Malpighiales phylogenetics: Gaining ground on one of the most recalcitrant clades in the angiosperm tree of life**. American Journal of Botany, 96: 1551-1570.

PROCESSOS EROSIVOS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS NA PRÉ-AMAZÔNIA MARANHENSE

Ronaldo dos Santos Barbosa

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão - UEMASUL

Centro de Ciências Humanas, Sociais e Letras - CCHSL

Campus Imperatriz-Maranhão

RESUMO: Este trabalho discute a influência de atividades antrópicas no aumento da susceptibilidade e potencialidade à erosão laminar na área da bacia hidrográfica do riacho Açaizal, localizada no município de Senador La Rocque, Microrregião de Imperatriz, no oeste do Maranhão. Neste trabalho, utiliza-se a metodologia proposta por Salomão (1992) e adotada pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo. Para a aplicação da metodologia, foram utilizados dados sobre erodibilidade do solo, declividade, classes de solo e classes de uso da terra. Foram gerados dois mapas síntese, susceptibilidade e potencialidade à erosão laminar. A bacia tem declive predominante que varia de 6% a 20%, uma topografia suavemente ondulada com altitude em média, menor que 400m. Foram identificadas cinco classes de susceptibilidade e cinco classes de potencialidade à erosão laminar. A bacia apresenta uma susceptibilidade que varia de média a alta na alta bacia com uma faixa de erosão e um alto potencial à

erosão laminar devido aos tipos de uso da terra, com a remoção de vegetação natural e a introdução de pastagens contribuindo para o agravamento desse processo. As medidas de conservação devem ser tomadas de forma urgente para minimizar a erosão dentro da bacia hidrográfica e restaurar as áreas já degradadas principalmente na alta bacia.

PALAVRAS-CHAVE: Ação antrópica. Erosão laminar. Bacia hidrográfica.

ABSTRACT This paper discusses the influence of anthropic activities on the increase of susceptibility and potentiality to laminar erosion in the area of the Açaizal river basin, located in the municipality of Senador La Rocque, Microregion of Imperatriz, in western Maranhão. In this work, the methodology proposed by Salomão (1992) and adopted by the Technological Research Institute of São Paulo is used. For the application of the methodology, data on soil erodibility, declivity, soil classes and land use classes were used. Two maps were generated: synthesis, susceptibility and potentiality to laminar erosion. The basin has a predominant slope ranging from 6% to 20%, a gently undulating topography with an average elevation of less than 400m. Five classes of susceptibility and five classes of potentiality to laminar erosion were identified. The basin presents a susceptibility that varies from medium to high in the high basin with a

range of erosion and a high potential for laminar erosion due to the types of land use, the removal of natural vegetation and the introduction of pastures contributing to the aggravation of this process. Conservation measures should be taken urgently to minimize erosion within the river basin and restore areas already degraded mainly in the upper basin.

KEYWORDS: Anthropogenic action. Laminar erosion. Hydrographic basin.

1 | INTRODUÇÃO

A erosão do solo compreende um conjunto de fenômenos naturais envolvendo a remoção e o transporte de sedimentos provenientes da decomposição e desagregação das rochas e dos solos (RABELLO, 2010). O processo de transporte de sedimentos está condicionado pela ação da gravidade e tendo como agentes a ação dos ventos e da chuva. Além disso, é influenciado pelas características do terreno tais como: o tipo de solo, a declividade do terreno e não menos importante, pela ação antrópica. Tais processos agem continuamente na superfície do terreno em diversas escalas e representam um dos principais agentes naturais de transformação fisiográfica da paisagem.

O escoamento superficial da água da chuva provoca a chamada erosão laminar. O primeiro estágio do processo erosivo ocorre em geral quando a remoção de partículas do solo se dá uniformemente na superfície do terreno. Esse processo ganha maior magnitude quando a ausência de cobertura do terreno, podendo chegar a estágios bem mais acelerados, como a erosão em sulcos, ravinas e voçorocas. Essas ocorrem quando o processo erosivo é gerado pelo fluxo de água concentrado.

Neste texto são abordados os conceitos de erosão laminar, erosividade, erodibilidade, bacia hidrográfica, além de susceptibilidade e potencialidade à erosão laminar. Para Rabello (2010), a erosão laminar está associada ao fato de que nessa fase os fluxos superficiais ainda não se encontram confinados, exceto em pequenas irregularidades do solo. Constitui, assim, um tipo de escoamento que se distribui de forma dispersa sobre as encostas, sem profundidade uniforme e geralmente apresentam canais do tipo anastomosados.

A erosão laminar é, portanto, um dos primeiros estágios de processos erosivos. Para Guerra (1999), o ciclo hidrológico é o ponto de partida de um processo erosivo. Portanto, sendo as bacias hidrográficas unidades sistêmicas onde ocorre o ciclo hidrológico, torna-se pertinente indicar esta unidade como zona de controle das condições erosivas provocadas pela chuva, uma vez que elas propiciam o início deste ciclo.

Os estudos sobre a fragilidade dos ambientes naturais em relação às intervenções humanas mostram que é maior ou menor em função de características genéticas destes. Os ambientes naturais mostram-se ou mostravam-se em estado de equilíbrio

dinâmico até o momento em que as sociedades humanas passaram progressivamente a intervir cada vez mais intensamente na exploração dos recursos naturais. A partir daí as ocorrências de impactos ambientais em ambientes naturais ficou bem mais frequente.

Atualmente no Brasil existe uma gama de estudos que diagnosticam problemas de degradação ambiental. Quando estas informações são expostas através de mapas e textos, são de extrema importância ao planejamento ambiental e ordenamento do uso, que tenha como centro de preocupação central o desenvolvimento sustentado, onde conservação e recuperação ambiental estão lado a lado com desenvolvimento tecnológico, econômico e social (ROSS, 1991).

Fazendo um recorte espacial mais específico e chegando a análise dos cenários ambientais existentes na bacia do riacho Açaizal, podemos agrupá-los em duas categorias a saber uma do ponto de vista econômico e outra do ponto de vista ambiental. As mudanças ocorridas na base econômica da bacia são identificadas inicialmente pela diminuição progressiva da agricultura de subsistência e o rápido aumento das áreas de pastagens, que tem ocorrido de forma inversamente proporcional nos últimos 20 anos.

Nesse sentido, a bacia hidrográfica constitui unidade espacial ideal para o estudo, diagnóstico e manejo de processos erosivos (BOTELHO, 1999). Neste trabalho apresenta-se como estudo de caso a bacia hidrográfica do Riacho Açaizal, localizada na Mesorregião Oeste do Maranhão, também chamada de pré-amazônia maranhense.

Além da chuva, outros fatores contribuem para a dinâmica de processos erosivos no interior de bacias hidrográficas. Um deles é a condição físico-química do solo. No tocante à intensidade e frequências das chuvas, avalia-se sua erosividade e, com relação às condições do solo, avalia-se a erodibilidade. Além destes, Rabello (2010) enumera outros fatores, como as condições topográficas associadas à forma e comprimento das vertentes, a presença, ausência e o tipo de cobertura vegetal, os tipos de uso e manejo do solo.

O presente trabalho está assim organizado: inicialmente faz-se uma introdução da temática com alguns conceitos que são considerados importantes para compreensão dos processos erosivos, caracterização da área de estudo, seguida dos materiais e procedimentos de construção da base cartográfica e obtenção dos parâmetros.

Numa etapa posterior, são apresentados os resultados referentes aos dois temas centrais do trabalho, a saber, a susceptibilidade e a potencialidade à erosão laminar, seguido dos dados referentes ao estudo de caso da bacia hidrográfica do riacho Açaizal e, por fim, as considerações acerca dos achados do trabalho.

2 | A ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do riacho Açaizal, localizada na Mesorregião Oeste do

Maranhão e Microrregião de Imperatriz, ocupa uma área de 181,5 km², localizada entre as coordenadas e 5° 24' 23" e 5° 32' 29" de latitude Sul e 47° 07' 14" e 47° 17' 01" de longitude Oeste (Figura 1), onde estão inseridos os povoados: Açaizal Grande, situado ao norte, no alto curso da bacia; Cumaru na parte oeste, no baixo curso; e os povoados Olho D'água e Jenipapo ocupando a parte leste, no médio e baixo curso.

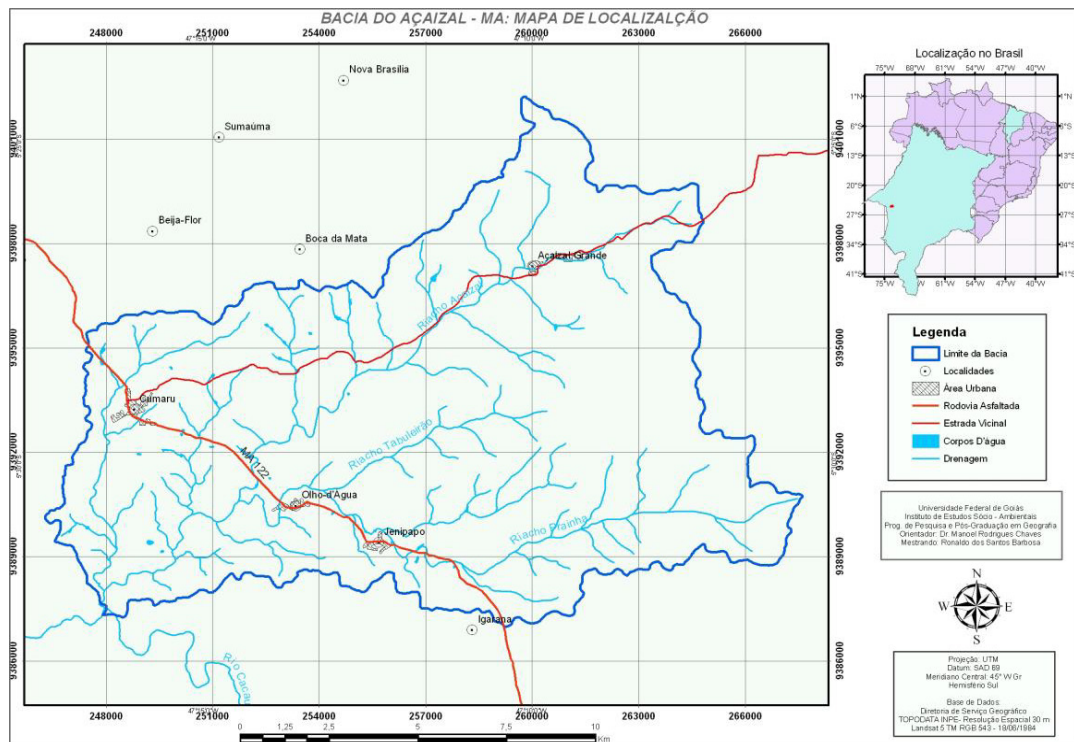


Figura 1. Localização da bacia do Açaizal.

Fonte: Barbosa (2010).

A bacia hidrográfica do riacho Açaizal não diferente de outras bacias hidrográficas brasileiras e maranhenses, está sujeita à ocorrência de processos erosivos que, em geral, são acelerados pela ação conjunta da chuva, do vento, da ação antrópica e da fragilidade do meio físico. No entanto, vale ressaltar que os principais agentes causadores desse processo no interior da bacia, têm sido a chuva e a ação antrópica. Em decorrência disso, tem-se a geração de sedimentos responsáveis pelo assoreamento dos cursos d'água da bacia.

3 | MATERIAIS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

- Cartas topográficas em escala 1:100.000 dos municípios de Imperatriz e João Lisboa, folhas SB. 23-V-C-V, MI-954 e SB.23-V-C-II, MI-877, respectivamente de 1984, disponíveis em www.zee.ma.gov.br.
- Projeto TOPODATA, disponibilizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Resolução espacial de 30 metros.
- Imagem Landsat TM 5 (resolução espacial de 30m e espectral de 7 bandas), composição colorida RGB/543. Órbita/Ponto 222_064 capturada em

10/08/2010.

- Mapas de solos dos municípios de Senador La Rocque e Buritirana em escala de 1:100.000 produzidos pelo CNPS/EMBRAPA em 1996, disponíveis em www.cnps.embrapa.br.

Autores como Martins et. al. (1998), Bezerra (2003) e Rabbello (2010) concordam que o conhecimento das interações hidrogeomorfológicas torna-se imprescindível para identificação de incidência e distribuição espacial dos processos erosivos e sua intensidade ao longo das vertentes em bacias hidrográficas. Vale ressaltar que, para o controle da erosão dos solos e do escoamento superficial, deve realizar-se mapeamento dos locais e áreas de risco morfogenético, partindo do pressuposto de que as áreas mais susceptíveis à erosão geralmente se encontram em cabeceiras de drenagem ou em áreas com solo exposto, devido ao uso intensivo do solo.

Para a avaliação da susceptibilidade e do potencial à erosão laminar optou-se pela metodologia apresentada por Salomão (1992). Essa metodologia leva em conta a erodibilidade relativa dos solos ocorrentes na bacia e a declividade do terreno. Também, a partir da metodologia citada acima – com algumas modificações – é apresentada uma variação do potencial à erosão laminar dos solos, da bacia agregando a susceptibilidade à erosão ao uso atual das terras e cobertura vegetal.

Segundo orientação da proposta metodológica citada acima, a susceptibilidade à erosão em uma dada área pode ser avaliada com base no cruzamento dos dados qualitativos acerca do índice de erodibilidade relativa dos solos com os dados quantitativos acerca da inclinação do terreno por faixa de declividade.

A diferença existente junto às propriedades inerentes ao solo é entendida então como erodibilidade do solo, correspondendo à susceptibilidade do solo a erosão laminar, dependendo das características do solo, isto é, a permeabilidade, estrutura, porosidade e profundidade. No entanto, a intensidade do processo erosivo de uma dada área pode ser influenciada mais pela declividade, características das chuvas, cobertura vegetal e manejo do solo do que pelas propriedades do solo.

- Carta de Declividade: na carta de declividade foram identificadas sete classes. A metodologia adotada para a determinação das classes de declive foi a de Ramalho Filho e Beeck (1999). Os autores definiram os intervalos 0%-3% com relevo plano a praticamente plano; 3.1% -8% relevo suave ondulado; 8.1%-13% relevo moderadamente ondulado; 13.1%- 20% ondulado; 20.1%-45% forte ondulado; e < 45% escarpado.
- Carta de Solos: a carta de solo foi digitalizada a partir do mapa de solos da EMBRAPA/CNPS em escala de 1:100.000 de 1996. Foram identificadas as classes latossolo amarelo, plintossolo argilúvico e argissolo vermelho-amarelo.
- Carta de Susceptibilidade à Erosão Laminar: foi elaborada a partir da metodologia apresentada por Salomão (1992). As classes de susceptibilidade foram alcançadas a partir do cruzamento dos dados de erodibilidade relativa dos solos da bacia a saber: argissolo vermelho-amarelo, latossolo amarelo e plintossolo argilúvico, e da declividade. Foram encontradas cinco classes de susceptibilidade S1, S2, S3, S4 e S5.

- Carta de Vegetação e Uso da Terra: imagem Landsat TM 5 (resolução espacial de 30m e espectral de 7 bandas) composição colorida RGB/543. Órbita/Ponto 222_064 de 10/08/2010. Segmentação do SPRING 5.1 DGI/INPE, índice de similaridade foi 12, data e a área foi 16 pixels. Definição de classes solo exposto, pastagem, agricultura, vegetação natural, vegetação secundária e área urbana, reflectância de cada classe.
- Carta de Potencialidade à Erosão Laminar: para a elaboração do mapa de potencialidade a erosão laminar foi utilizada a metodologia apresentada por Salomão (1992), na qual foram cruzados os mapas de susceptibilidade e de uso da terra. Foram identificadas quatro classes de potencialidade sendo: PI, PII, PIII, PIV e PV.

4 | SUSCEPTIBILIDADE E POTENCIALIDADE À EROSÃO LAMINAR NA BACIA DO RIACHO AÇAIZAL

Nesta seção são apresentados os dados de erodibilidade associados às classes de declividade que resultaram na geração do mapa de susceptibilidade à erosão laminar. A erosão, de uma forma geral, segundo Bertoni e Lombardi Neto (1990), é um dos maiores inimigos da terra, pois ao arrastar as camadas superiores do solo agricultável, retira importantes quantidades de nutrientes até então concentrados, empobrecendo o solo e provocando assim depreciação ao mesmo.

Portanto, a erosão acelerada como processo de desgaste, transporte e deposição das partículas do solo causado por diferentes tipos de agentes, destacando-se no contexto tropical a ação da água de escoamento superficial e dos ventos, resulta em impactos ambientais, em especial, o comprometimento dos cursos d'água e o já citado empobrecimento dos solos.

A erodibilidade relativa dos solos é estimada com base na avaliação pedológica dos mesmos. Nessa estimativa são consideradas as principais características físicas, químicas e morfológicas que influenciam na resistência dos solos a erosão tais como: textura; gradiente textural; estrutura; espessura do solo; permeabilidade; densidade e porosidade; propriedades químicas, biológicas e mineralógicas (MIRANDA et al. 2006, p. 4). Os autores descrevem como cada característica influencia no processo de erodibilidade do solo.

Textura: influi na capacidade de infiltração e absorção da água da chuva e na coesão do solo, interferindo na erosividade das enxurradas, e na resistência a remoção das partículas;

Gradiente Textural: Influi na capacidade de infiltração e no fluxo das águas superficiais e subsuperficiais;

Estrutura: influi na capacidade de infiltração e absorção das águas das chuvas e na capacidade de remoção das partículas, podendo, em certas situações, favorecer a concentração do escoamento superficial;

Espessura do Solo: Influi na capacidade de infiltração e no fluxo das águas

superficiais e subsuperficiais;

Permeabilidade, densidade e porosidade: Determinam maior ou menor capacidade de infiltração das águas da chuva;

Propriedades químicas, biológicas e mineralógicas: Influem no estado de agregação e coesão entre as partículas do solo, interferindo na estruturação do solo e na resistência a remoção das partículas por ação da chuva.

A seguir apresenta-se as classes de erodibilidade (Tabela 1) relativa para os solos da bacia hidrográfica do riacho Açaizal com seus respectivos índices de erodibilidade. É possível uma mesma classe de solo apresentar índices de erodibilidade diferente em função da declividade do terreno.

Classes	Índice de Erodibilidade	Classes de Solo
E1	0,54 a 0,43	Argissolo vermelho-amarelo
E2	0,43 a 0,32	Argissolo vermelho-amarelo
E3	0,32 a 0,21	Argissolo vermelho-amarelo + plintossolo argilúvico
E4	0,21 a 0,10	Plintossolo argilúvico + latossolo amarelo
E5	0,10 a 0,00	latossolo amarelo

Tabela 1. Classes de erodibilidade relativa segundo Salomão (1992). Organização do autor.

Na área da bacia do riacho Açaizal, os argissolos vermelho-amarelo predominam na alta e baixa bacia, respectivamente. Como característica geral, esse tipo de solo apresenta saturação por base baixa na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B. Apresentam perfil profundo, apresentando incremento diferencial de argila em subsuperfície. Na área de estudos, ocupam áreas com declividade acentuada na alta bacia, formando topossequência com os latossolos (ver Figura 2).

Comforme Barbosa (2010), Brito e Barbosa (2011) e Santos, Brito e Barbosa (2014), a estrutura da bacia em alusão apresenta um substrato rochoso diversificado, com sedimentos imaturos das coberturas terciário-quadernárias que apresentam natureza arenosa, argilosa e laterítica, que capeiam discordantemente os depósitos de arenitos da formação Itapecuru (que predomina na bacia) e, por fim, o conjunto de sedimentos compostos litologicamente por folhelos clacíferos e betuminoso próximo a foz do riacho Açaizal.

Aliado a isso, tem-se os atributos do relevo onde predominam áreas rebaixadas com altitudes inferiores a 300 (trezentos) metros, declividade abaixo dos 20% e o predomínio de vertentes em forma côncava. Apenas nas bordas dos divisores de água são encontradas as maiores altitudes e declividades acentuadas.

Os predominantes argissolos vermelho-amarelo, capeados por uma pequena mancha de plintossolo, na região da média bacia, apresentam baixo potencial agrícola e são utilizados atualmente por pastagens e cultivo de pequenas roças, e demonstram sinais de degradação do solo com vários focos de erosão, principalmente ao longo da rodovia MA-122 entre os povoados Cumaru e Olho D'água.

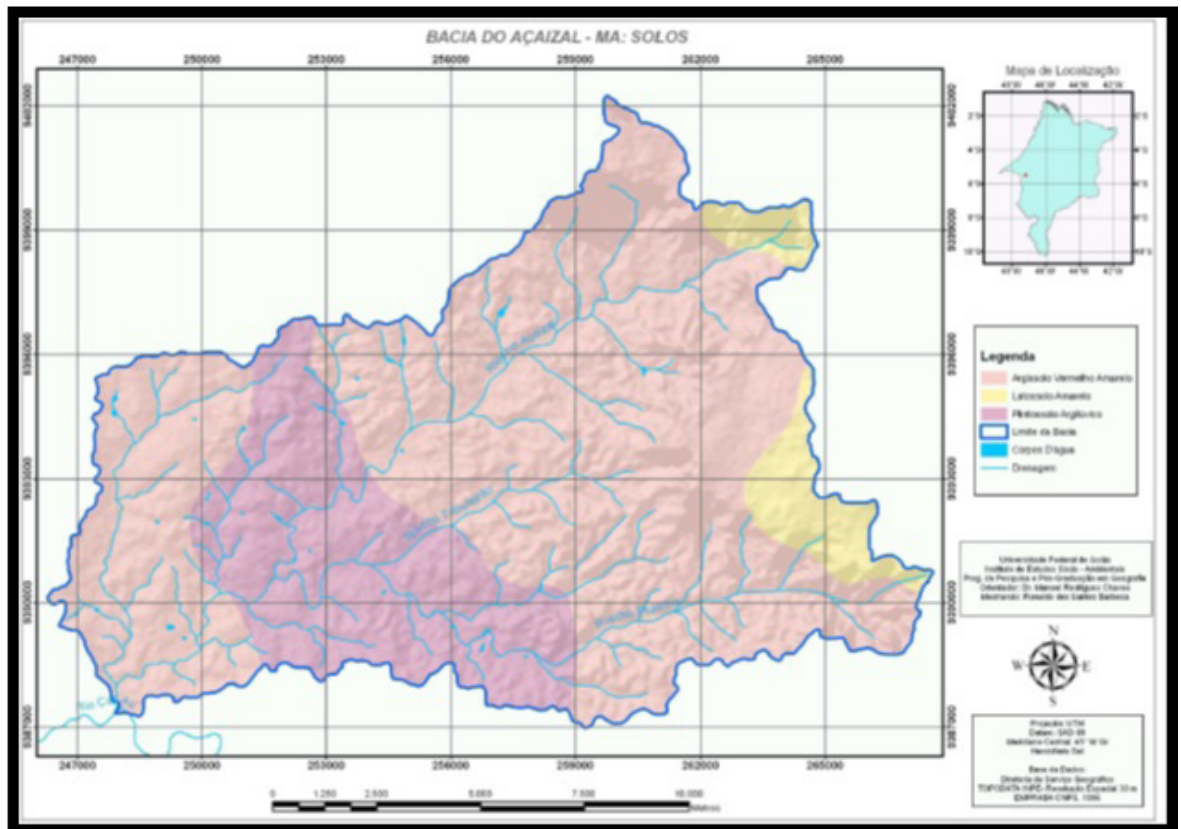


Figura 2. Carta de Solos da bacia do riacho Açaizal.

Fonte: Barbosa (2010)

Outra variável importante na determinação dos índices de susceptibilidade à erosão laminar é a declividade do terreno. Na Figura 3, apresenta-se a carta de declividade da bacia do riacho Açaizal com seis classes de declividade.

Outro elemento que facilita a compreensão dos estudos do relevo em pequenas bacias, como é o caso da bacia em estudo, diz respeito à declividade. Para Beltrame (1994) a declividade do terreno exerce grande influência na maior ou menor infiltração da água da chuva e na velocidade do escoamento superficial, contribuindo assim para o processo erosivo. O mapa de declividade constitui-se em um importante instrumento de apoio aos estudos ambientais de potencialidade de uso agrícola, ou de restrições de uso de uma determinada área, sempre correlacionados com outros atributos inerentes à topografia. A velocidade do escoamento superficial e sub-superficial de uma bacia é determinada pela declividade do terreno, claro que a cobertura vegetal e o tipo de uso também influenciam, mas a declividade é bem relevante.

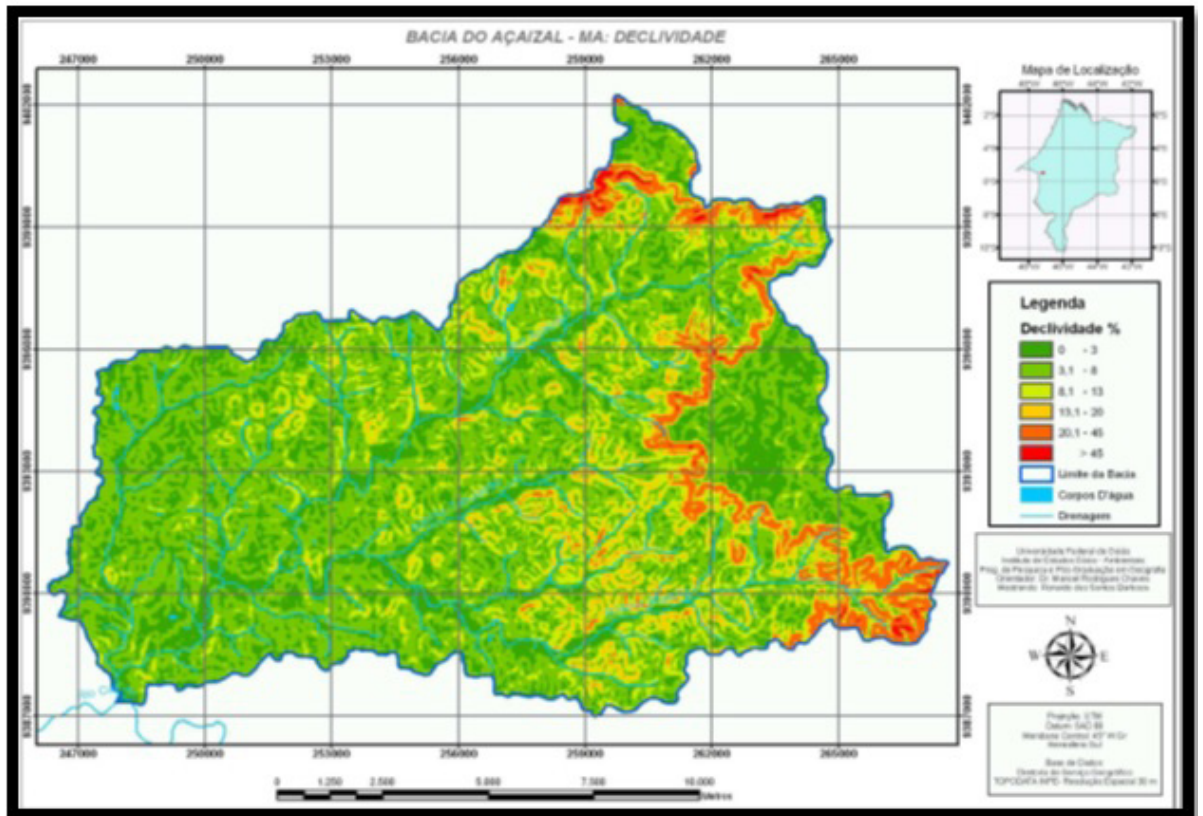


Figura 3. Carta de declividade da bacia do riacho Açaizal.

Fonte: Barbosa (2010)

As classes de susceptibilidade à erosão laminar dos solos da bacia hidrográfica do riacho Açaizal foram as seguintes:

Classes de Erodibilidade Relativa	Classes de Declividade					
	> 45%	45 a 20%	20 a 13%	13 a 8%	8 a 3%	<3%
E1	S1	S1	S2	S3	S3	S3
E2	S1	S1	S2	S3	S3	S3
E3	-	-	S3	S3	S4	S4
E4	-	-	-	S4	S4	S4
E5	-	-	-	-	S5	S5

Tabela 2. Determinação das classes de susceptibilidade à erosão laminar Salomão (1992).

Organização do autor

S1 – Alta susceptibilidade: esta classe compreende as áreas de contato dos argissolos vermelho-amarelo com os latossolos amarelos, associados a declividades superiores a 45%, e apresenta em alguns pontos uso agrícola, pastagens e solo exposto.

S2 – Média a alta susceptibilidade: nesta classe estão áreas com predomínio de argissolo vermelho-amarelo, porém com declividades menores que S1. Apresenta declividades que variam de 13% a 45%, com variação no tipo de uso da terra, que vai

desde pastagens e agricultura a solos exposto.

S3 – Média susceptibilidade: esta classe compreende maior parte da bacia. Abrange duas classes de solos que são argissolos vermelho-amarelo e plintossolos argilúvicos, com declividades menores que 20%. As áreas de plintossolos apresentam um uso intenso, enquanto as áreas de argissolos têm maior cobertura vegetal, onde predomina relevo plano a suave ondulado.

S4 – Baixa a média susceptibilidade: compreendem as áreas com ocorrência de latossolo amarelo na alta bacia com declividades que variam de 3% a 8% e de plintossolos na média bacia com declividades moderadas, no entanto, apresenta uso bastante intenso.

S5 – Baixa susceptibilidade: nesta classe estão os latossolos amarelos que são encontrados no alto curso da bacia com as menores declividades que variam entre 0% a 3%, apresenta uma cobertura vegetal densa e pouco uso agrícola.

Com relação à distribuição espacial das classes de erodibilidade, os casos predominam na bacia os solos da classe E1 e E2, em função da ocorrência destacada dos argissolos vermelho-amarelo de textura média/argilosa. O enriquecimento em argila no horizonte B determina menor capacidade de infiltração e, em consequência, maior intensidade de fluxo superficial e subsuperficial, o que torna mais fácil o início de processos erosivos.

No tocante à susceptibilidade à erosão laminar, a classe predominante foi a S3, considerada de média susceptibilidade, também com presença dos argissolos vermelho-amarelo. No entanto, a classe que apresenta a maior susceptibilidade é a S1, que margeia os divisores de água da bacia, com declividades bem acentuadas em geral acima de 20%.

Cabe frisar que alguns solos são mais facilmente erodidos que outros, isto é, se forem consideradas as similaridades de chuva, topografia, uso da terra e manejo. A susceptibilidade à erosão é uma característica intrínseca dos solos, que depende de propriedades físicas, principalmente estrutura, textura, permeabilidade e densidade, bem como as características químicas e biológicas de cada tipo de solo.

A análise do mapa de susceptibilidade à erosão laminar permite apontar em função do predomínio espacial da classe S3 que a área apresenta considerada susceptibilidade. Os principais condicionantes são: ocorrência de solos argissolos vermelho-amarelo (pertencentes as classes E1 e E2) em áreas de arenitos da formação Itapecuru com declividades de 6 a 20% e a ocorrência de solos com horizonte superficial essencialmente arenosos.

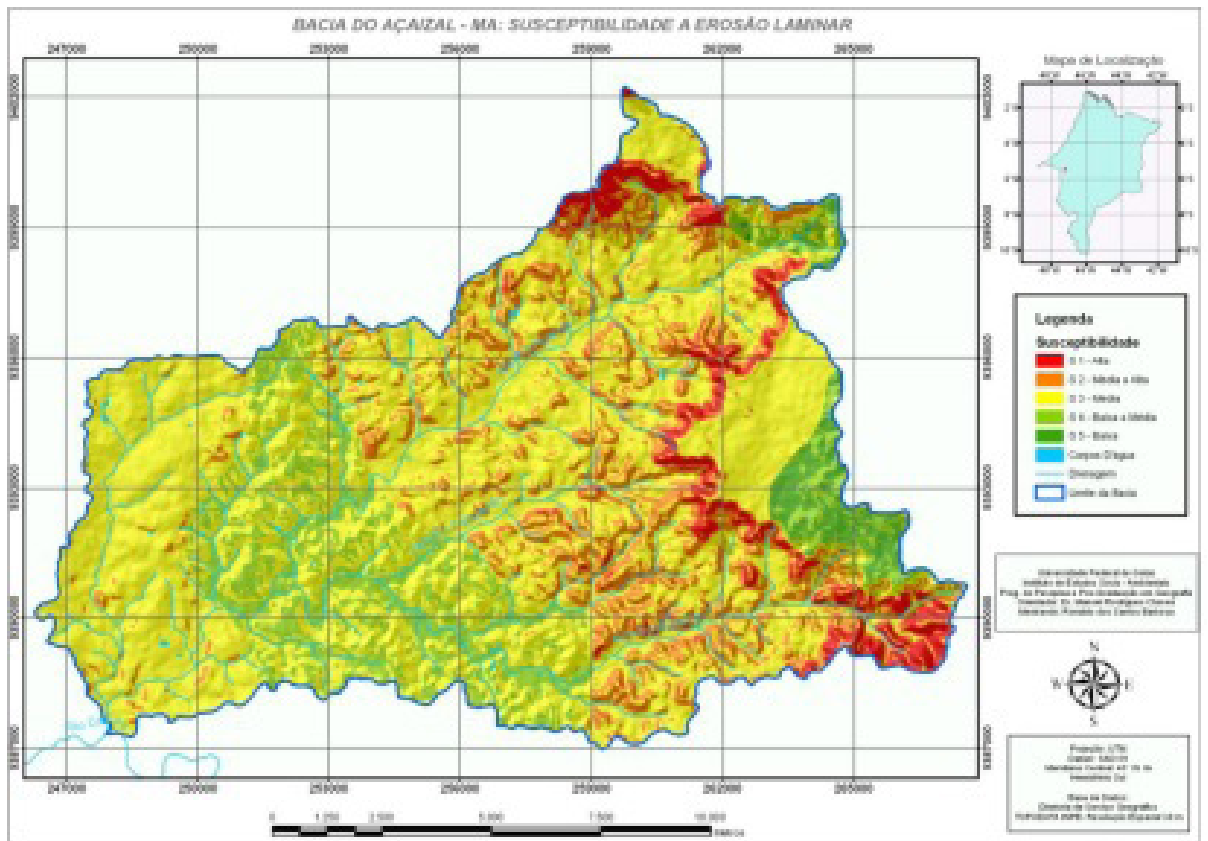


Figura 4. Carta de susceptibilidade à erosão laminar.

Fonte: Barbosa (2010)

De posse do mapa de susceptibilidade à erosão laminar, o passo seguinte foi a elaboração do mapa de potencialidade à erosão laminar da bacia, elaborados com base na metodologia de Salomão (1992). Foi elaborado a partir do cruzamento dos mapas de susceptibilidade à erosão laminar e do mapa atual de vegetação e uso da terra frente à erosão laminar (Quadro 1).

Classes de uso frente à erosão laminar	Vegetação e Uso da Terra
Atividade antrópica intensa	Solo exposto
Atividade antrópica moderada a intensa	Agricultura, pastagem e área urbana
Atividade antrópica moderada	Vegetação secundária
Atividade antrópica reduzida	Vegetação natural

Quadro 1. Classes de uso da terra frente à erosão laminar para a bacia hidrográfica do riacho Açaizal.

Organização do autor.

A bacia hidrográfica do riacho Açaizal apresenta um uso atual variado, onde se destacam atividades agropecuárias, atividades extrativistas e urbanização (Figura 5). Vale aqui destacar algumas particularidades do uso da terra na bacia que são consideradas importantes para entender o seu grau de fragilidade.

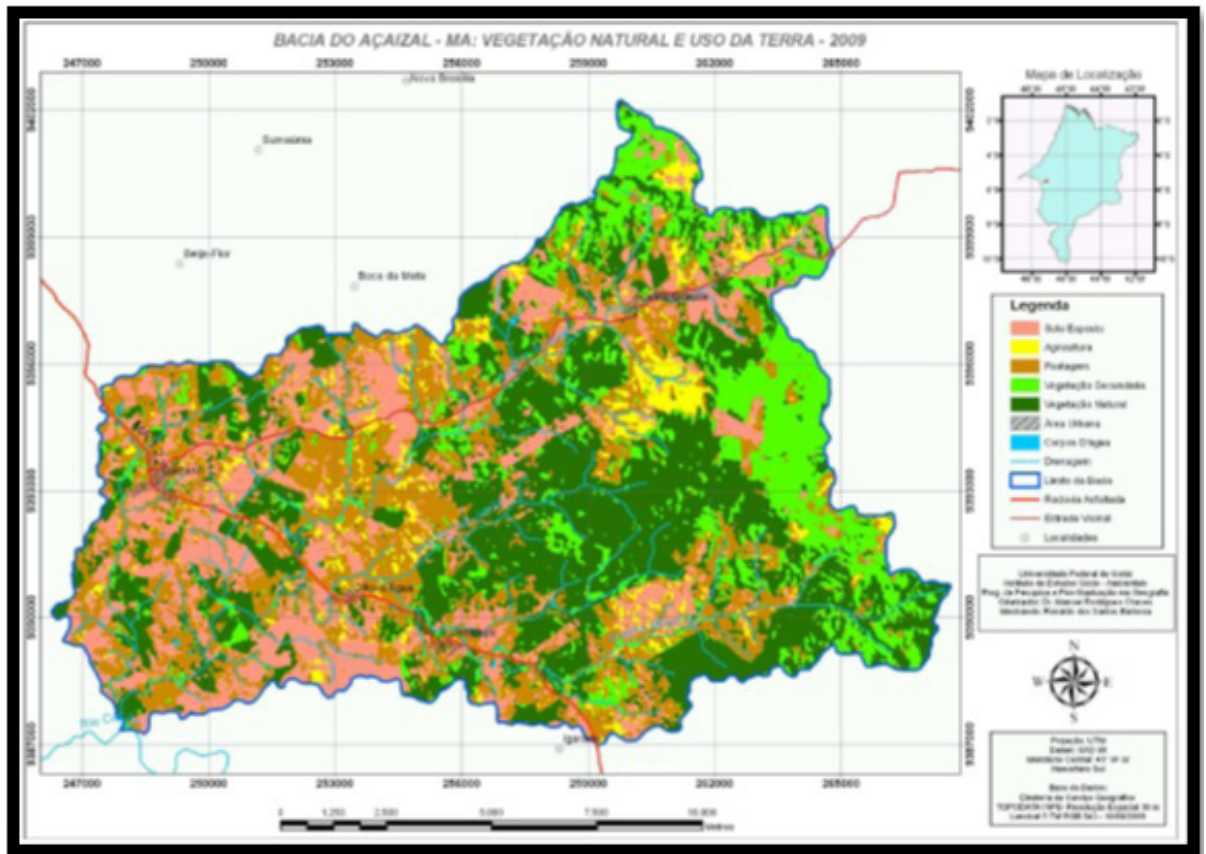


Figura 5. Carta de uso da terra.

Fonte: Barbosa (2010)

A atividade agrícola tem como expoente o cultivo de mandioca nas encostas e da horticultura às margens dos riachos, em especial o riacho Açaizal. O plantio de mandioca nas áreas de encostas sem uma prática conservacionista adequada resulta na perda de solo. A retirada da vegetação ciliar para o cultivo da horticultura tem contribuído em grande parte para o transporte e acúmulo de sedimentos no leito dos riachos (BARBOSA, 2010). Com base na metodologia utilizada, essas atividades foram consideradas de moderadas a intensa.

Quanto à atividade pecuária, destacamos a criação de bovinos. Sob a ótica da erosão do solo, é importante enfatizar a degradação do solo provocada tanto pelo desmatamento visando a formação de pastagens, quanto o pisoteio dos animais. Essa atividade foi enquadrada como moderada a intensa.

Já a atividade de extração de argilas e cascalhos originam áreas de intensa degradação. No mapa de vegetação natural e uso da terra atual essas atividades se encontram na classe de solo exposto. São consideradas como atividade intensa.

O processo de urbanização é considerado uma atividade antrópica moderada a intensa, pois os quatro povoados banhados pela bacia apresentam um crescimento urbano lento. No entanto, o fato de não apresentar ruas pavimentadas no período chuvoso faz com que haja uma grande liberação de sedimentos transportados pelas enxurradas e depositados no leito dos riachos.

Com base na metodologia utilizada, segue a apresentação dos resultados obtidos

para a bacia do riacho Açaizal. Foram identificadas quatro classes de potencialidade à erosão laminar, as quais serão caracterizadas na Tabela 3, a seguir.

Classes de Susceptibilidade à erosão laminar	Classes de uso da terra frente à erosão laminar			
	Atividade Antrópica Intensa	Atividade Antrópica Moderada Intensa	Atividade Antrópica Moderada	Atividade Antrópica Reduzida
S1	PI	PI	PII	PII
S2	PI	PI	PIII	PIV
S3	PI	PII	PIII	PIV
S4	PII	PIII	PIV	PV
S5	PII	PIII	PIV	PV

Tabela 3. Definição das classes de potencial à erosão laminar para a bacia hidrográfica do riacho Açaizal.

Organização do autor.

PI – Alta potencialidade: composta pela classe de susceptibilidade S1 que ocorrem em áreas de acentuada declividade, geralmente acima de 45%, com a presença de argissolos vermelho-amarelo, algumas manchas de vegetação secundária e a predominância de pastagens e agricultura. No entanto, a área homogênea, que apresenta maior potencial, compreende a área de erosão recuante nas bordas da serra do Arapari, divisor de água da bacia.

PII – Média a alta potencialidade: formada pelas classes de susceptibilidade S2 e S3, ocorrendo em locais com variados tipos de uso da terra, que vai desde solo exposto, pastagens a agricultura, apresenta a predominância dos argissolos vermelho-amarelo.

PIII – Média potencialidade: formada pela classe de susceptibilidade S3, ocorre em locais de atividade antrópica reduzida e pela classe de solo argissolo vermelho-amarelo, em locais de declividades variadas que vão desde 8% até 20% em algumas pequenas manchas espalhadas no interior da bacia.

PIV – Baixa a média potencialidade: formada pelas classes de susceptibilidade que variam de S2 e S4, ocorre em locais de atividade antrópica de moderada a intensa e pelas classes de solos argissolo vermelho-amarelo, latossolo amarelo e uma pequena quantidade em áreas de plintossolos argilúvicos.

PV – Baixa potencialidade: formada pelas classes de susceptibilidade S4 e S5, com baixa susceptibilidade à erosão laminar, abrange as áreas de Latossolo Amarelo e as áreas de vegetação natural. São encontradas na bacia em forma de ilhas desde a alta bacia até a baixa bacia.

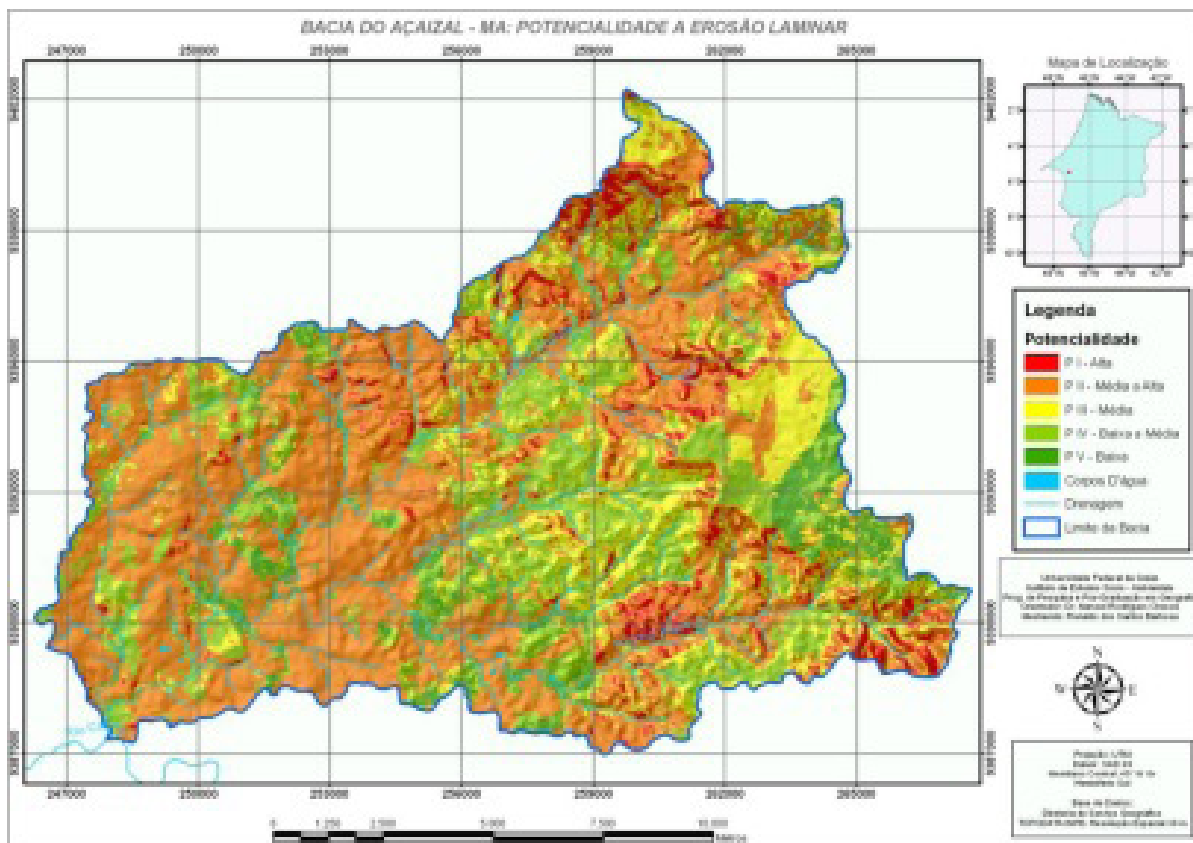


Figura 6. Carta de potencialidade a erosão laminar. Barbosa (2010).

Para Guerra e Cunha (2003) faz-se necessário compreender os problemas de degradação ambiental de forma global, integrada, holística, deve-se levar em conta as relações existentes entre os processos de degradação ambiental e a sociedade causadora dessa degradação que, ao mesmo tempo, sofre os efeitos e procura resolver, recuperar, reconstruir as áreas degradadas.

Dentre os problemas observados dentro da bacia pode-se destacar: vários focos de erosão na alta bacia alguns em estágios bem avançados outros em forma de ravinas ou até mesmo de voçorocas; poluição das águas com resíduos oriundos das atividades econômicas como é o caso da produção de fécula de mandioca onde a manipueira é lançada in natura no leito do riacho; a retirada da mata ciliar para a introdução de pastagens ou até mesmo para o plantio de hortaliças às margens do riacho.

5 | CONCLUSÃO

Para entender o processo de erosão no interior da bacia, apresentada como estudo de caso, deve-se levar em conta o processo de ocupação tanto da Microrregião de Imperatriz quanto da área em estudo, pois ocorreram em função de interesses divergentes: de um lado o Estado, procurando uma válvula de escape para as populações nordestinas que fugiam da seca e que naquele momento se dirigiam em massa para o sudeste, do outro lado os trabalhadores sem terra, que tinham a

esperança de adquirir um pedaço de terra para trabalharem e criarem seus filhos.

A decadência da agricultura se deu por dois motivos. Em primeiro lugar, pelo esgotamento do solo, uma vez que os mesmos são de baixa fertilidade natural e, em segundo, pela falta de novas áreas para o desenvolvimento de uma agricultura itinerante. Daí surge um campo fértil para o desenvolvimento da pecuária.

De um modo geral, a área em estudo apresenta uma fragilidade ambiental em decorrência da formação geológica (bacia sedimentar) do uso e ocupação da terra. Vale frisar, no entanto, que o uso inadequado da terra intensifica os processos erosivos que incluem a remoção do material de superfície das vertentes e sua deposição no canal fluvial, o que ocasiona, na maioria das vezes, a presença de assoreamento. Em termos específicos do uso da terra na bacia do riacho Açaizal, destacam-se especialmente os problemas que afetam a qualidade dos recursos hídricos, a agricultura e o solo.

Nesses problemas podem-se indicar a ocupação inadequada das terras em áreas de declividade acentuada, aliada à erosão acelerada do solo pela ação antrópica, que resulta na rápida degradação dos solos agricultáveis, face às características geoambientais das áreas, além do assoreamento do leito dos riachos que formam a bacia. Observa-se sempre um forte sinergismo entre a dinâmica do processo de ocupação das terras e a ocorrência de processos erosivos, tanto na baixa bacia, quanto na alta bacia.

Diante desse quadro urge a necessidade da adoção de práticas conservacionistas que minimizem os impactos causados ao ambiente, uma vez que, as atividades desenvolvidas atualmente tornam-se insustentáveis, causando danos irreparáveis ao ambiente.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, R. dos S. **Diagnóstico Ambiental da bacia hidrográfica do riacho Açaizal em Senador La Rocque/MA**. 2010. 123f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Estudos Sócio-Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo, Ícone, 1990.

BEZERRA, S. A. **Avaliação de da erosão em entressulcos na cultura de cana de açúcar**. 2003, 64f. Dissertação (Mestrado). Recife: UFRPE, 2003.

BOTELHO, R. G. M. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (Orgs.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 1999.

BRITO, D. S.; BARBOSA, R. dos S. Geoprocessamento aplicado a análise da dinâmica do uso da terra na Bacia Hidrográfica do riacho Açaizal, Senador La Rocque-MA. **Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto**, v. 15, 2011.

GUERRA, A. J. T. O início do processo erosivo. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (Orgs.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 1999.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Geociências da Bahia. **Zoneamento geambiental do Estado do Maranhão**: subsídios gerais para a ordenação territorial. Salvador: IBGE, 1997.

MIRANDA, T. C.; BASTOS, C. A. B.; TASSI, R. Avaliação do potencial erosivo e da geração de sedimentos em microbacias contribuintes a estruturas de drenagem rodoviária. In: Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos. 7., 2006, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2006. 1 CR-ROM.

RABELLO, A. A Erosão no contexto das bacias hidrográficas. In: _____ (Org.). **Contribuições teórico-metodológicas da Geografia Física**. Manaus: EDUA, 2010. Cap.1.

RAMALHO FILHO, A.; PEREIRA, E. G.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. Brasília, PLAN/MA – SNLCS/EMBRAPA, 1995.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia**: ambiente e planejamento. 8. ed. São Paulo: Contexto, 1991.

SALOMÃO, F. X. de T. **Erosão e a ocupação rural e urbana**. In: Curso de Geologia de Engenharia Aplicada a Problemas Ambientais. 3., São Paulo: AGAMA/DIGEM, 1992.

SANTOS, R. L.; DE BRITO, D. S.; BARBOSA, R. dos S. Estudo morfométrico da bacia do riacho Açaizal-MA/BRASIL. **Revista Percorso**, v. 6, n. 1, p. 105-126, 2014.

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

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, E. S. B.(Org.). Degradação Ambiental. In: _____. **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. p.337-379.

QUALIDADE DA ÁGUA PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO EM MUNICÍPIOS DO ESTADO DO AMAZONAS CONFORME A PORTARIA 2.914/2011 E RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005

Fabiola Esquerdo de Souza

Engenheira Ambiental, Manaus - Amazonas

Solange dos Santos Costa

Geóloga, Doutora em Geociências, com ênfase em Sensoriamento Remoto. Gerente Substituta do Centro Regional de Manaus do Sistema de Proteção da Amazônia, Manaus – Amazonas

Elizia Raquel Cunha

Engenheira Ambiental, Manaus - Amazonas

RESUMO: As águas apresentam importância sanitária e econômica. Do ponto de vista sanitário, o abastecimento de água visa controlar e prevenir doenças, implantar hábitos higiênicos na população, facilitar a limpeza pública e proporcionar conforto e bem estar. Posteriormente, foi realizado levantamento sobre os parâmetros físico-químicos e microbiológicos da qualidade da água do banco de dados da Companhia de Saneamento do Estado do Amazonas – COSAMA, no período de 2013 a 2017 em 12 municípios do estado do Amazonas, os quais são abastecidos por poços e de águas de superfícies dos rios da Amazônia. Os resultados obtidos das análises dos parâmetros de Coliformes Totais, Coliformes Termotolerantes e Coliformes Heterotróficas das amostras de água coletadas estão em conformidades com a Portaria nº 2914/2011 (BRASIL, 2011) e a Resolução CONAMA nº 357/2005. A região da Amazônia possui característica diferenciada de outras

regiões do país, como é o caso da água, solo, clima e outros fatores. Em relação às águas, os rios da região apresentam valores variados de pH, turbidez e cor aparente, ao longo dos seus percursos é encontrado vários fatores que contribuem para as propriedades das águas, tais como materiais em decomposição, materiais húmicos, sedimentos e formação rochosa, conforme o local onde está situado há variação de pH, turbidez e cor aparente. Conclui-se que o monitoramento físico-químico e microbiológico, durante os anos pesquisados entre os anos de 2013 a 2017, foi capaz de detectar as principais variáveis de qualidade da água de abastecimento rural no estado do Amazonas.

PALAVRAS - CHAVES: Qualidade da água, Amazonas, municípios.

ABSTRACT: The waters present sanitary and economic importance. From the sanitary point of view, the water supply aims to control and prevent diseases, to implant hygienic habits in the population, to facilitate public cleaning and to provide comfort and well-being. Subsequently, a survey was carried out on the physico-chemical and microbiological parameters of water quality of the database of the State of Amazonas Sanitation Company - COSAMA, in the period from 2013 to 2017 in 12 municipalities of the state of Amazonas, which are supplied by wells

and surface waters of the Amazonian rivers. The results obtained from the analysis of the parameters of Total Coliforms, Thermotolerant Coliforms and Heterotrophic Coliforms of the collected water samples are in conformity with Ordinance No. 2914/2011 (BRAZIL, 2011) and CONAMA Resolution No. 357/2005. The Amazon region has a differentiated characteristic of other regions of the country, such as water, soil, climate and other factors. In relation to the waters, the rivers of the region present varying values of pH, turbidity and apparent color, along its routes are found several factors that contribute to the properties of waters, such as decaying materials, humic materials, sediments and rock formation, depending on the location where there is variation of pH, turbidity and apparent color. It was concluded that physical-chemical and microbiological monitoring during the years between 2013 to 2017 was able to detect the main quality variables of rural water supply in the state of Amazonas.

KEYWORDS: Water quality, Amazonas, municipalities.

1 | INTRODUÇÃO

Atualmente, a água que é encontrada no meio ambiente encontra-se inadequada para o consumo humano, pois contém existência de vários fatores de contaminação que causam danos à saúde (RICHTER, 2009). Deste modo, na maioria das ocasiões, os contaminantes são decorrentes de atividade antrópicas (que polui a água com despejos de resíduos, esgotos, fertilizantes e pesticidas agrícolas, e entre outros produtos). Portanto, o ser humano criou várias formas de extrair a água dos recursos hídricos, tratando a mesma e em seguida abastecendo para seu consumo (PEREIRA, 2012).

As águas apresentam importância sanitária e econômica. Do ponto de vista sanitário, o abastecimento de água visa controlar e prevenir doenças, implantar hábitos higiênicos na população, facilitar a limpeza pública e propiciar conforto e bem estar. Do ponto de vista econômico, aumentar a vida média pela diminuição da mortalidade, aumentar a vida produtiva do indivíduo (tempo perdido com doenças), no uso comercial, na agricultura e entre outros (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1981).

Depois das águas de mananciais superficiais, as águas subterrâneas tem sofrido pela ação do homem, danificando a qualidade e trazendo várias situações difíceis de saúde pública em lugares onde não tem um saneamento satisfatório (LARSEN, 2010).

No Brasil, as legislações vigentes que tratam de potabilidade da água para consumo humano e de águas subterrâneas são, respectivamente, a Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011) e a Resolução nº 396, de 3 de abril de 2008, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA (BRASIL, 2008).

Por este motivo, é importante atender o padrão de potabilidade, nos quais são valor permitido, em referência a vários itens, podem ser admitidas na água para abastecimento, valor definidos por meio de decretos, resoluções, regulamentos ou

especificações (RIGOBELLO *et al.*, 2009).

A água utilizada para o consumo deve apresentar condições sanitárias e toxicológicas apropriadas, deve ser livre de organismos patogênicos e de substâncias tóxicas, para que se possa prevenir prejuízos à saúde e proporcionar a qualidade de vida das pessoas (ZANCUL, 2006). A qualidade de vida do homem está diretamente relacionada à água, pois é utilizada para funcionamento adequado do organismo, preparo de alimentos, higiene pessoal e de utensílios (ZANCUL, 2006).

Geralmente, determinar as propriedades físicas da água é de simples compreensão, tendo as propriedades essenciais: cor, sabor, odor, turbidez, temperatura e condutividade elétrica. Sendo os padrões fundamentais para determinar o uso da água e em especial verificar a qualidade da mesma (LARSEN, 2010). A análise físico-química da água define de forma precisa e clara algumas propriedades da amostra em estudo, e sendo propícia para se analisar a qualidade da água (CRUZ *et al.*, 2007).

O uso do saneamento como ferramenta de realização da saúde prevê a superação dos obstáculos tecnológicos, políticos e administrativos que têm complicado a ampliação dos benefícios aos moradores em áreas rurais, municípios e locais de pequeno porte (FUNASA, 2006).

Água potável, higiene e saneamento adequados podem reduzir de um quarto a um terço os casos de doenças disentéricas. Os serviços de abastecimento em áreas rurais são precários em comparação as áreas urbanas (BRITO *et al.*, 2007).

As inadequadas condições de saneamento, sobretudo nas áreas rurais e nos subúrbios das grandes cidades, associadas à falta de conhecimento da população, aumentam a prevalência de doenças transmitidas pela água, principalmente em crianças e jovens, interferindo em seu desenvolvimento físico e mental (ARAÚJO *et al.*, 2011).

A Amazônia Legal no Brasil é uma região composta por nove estados, por possuir sua totalidade ou parte de suas áreas com influência do maior bioma de florestas tropicais do mundo, compreendendo maior parte da bacia hidrográfica do rio Amazonas e outras bacias hidrográficas com altas vazões (REBOUÇAS, 2004). Os estados que compõem a Amazônia Legal apresentam semelhanças na evolução da ocupação e nos desafios para desenvolvimento sustentável e de saúde (FREITAS e GIATTI, 2010).

A região da Amazônia tem superado problemas históricos, neste contexto vale ressaltar as características ancestrais da região como ocupação afastada ribeirinha e costume de uso de água sem tratamento, associa-se à necessidade de acompanhar as intensas formas conseqüente de uma rápida urbanização causada sem um adaptável avanço de oferta de serviços de saneamento (BECKER, 2005). É através do saneamento rural que ocorre a salubridade ambiental, utilizando recursos naturais de forma sustentável, revertendo à degradação do meio ambiente, em especial o comprometimento dos mananciais de água doce, decorrente da disposição inadequada de esgotos sanitários e de resíduos sólidos (LARSEN, 2010).

A análise recomendada se estabelece por meio do uso de macro indicadores,

autorizando dialogar sobre a precariedade do serviço oferecido do saneamento básico na região. Em seguida, são apresentados estudos de casos particulares sobre o problema do acesso à água no estado do Amazonas, procurando contribuir para uma pesquisa sistêmica do problema (GIATTI e CUTOLO, 2012).

Silva (2005) afirma que em muitas cidades do estado do Amazonas, a distribuição de água feita pelos órgãos competentes não recebe nenhum tratamento, sendo captada por poços tubulares ou águas fluviais e diretamente distribuída para a população por rede de distribuição.

O Estado do Amazonas possui 62 municípios e uma população urbana de 2,8 milhões de habitantes. O Estado possui a maior área em extensão territorial do País, com 1,6 milhões de km², inserindo-se em sete das nove bacias componentes da Região Hidrográfica Amazônica. Entre os principais rios, destacam-se, além do Amazonas, os rios Negro, Solimões, Madeira e Purus. Dos 62 municípios do Estado, 44 são abastecidos exclusivamente por águas subterrâneas, 10 por mananciais e 8 de forma mista, inclusive a capital Manaus. Isso se dá, principalmente, pela facilidade de exploração, pelo baixo custo da operação e manutenção do abastecimento por poços e pela larga presença de municípios de pequeno porte (ANA, 2010).

A pesquisa teve como objetivo principal realizar avaliação e interpretação da qualidade das águas superficiais e subterrâneas, no período de 2013 a 2017, a partir dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos do abastecimento público nos municípios que são abastecidos pela Companhia de Saneamento do Estado do Amazonas – COSAMA, comparando com os padrões estabelecidos pela Portaria nº 2.914/2011, ANVISA - Ministério da Saúde e a Resolução CONAMA 357/2005.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizada pesquisa bibliográfica a partir de teses, dissertações, artigos e livros, sobre o levantamento da qualidade das águas de abastecimento público em enquadramento com a Legislação Ambiental, com ênfase em padrões de potabilidade de acordo com as normas de âmbito federal e análises realizadas nos municípios e rios da região Amazônica, em especial do estado do Amazonas.

De acordo com ANA (2010), os 12 municípios do Amazonas que são abastecidos pela Companhia de Saneamento do Amazonas – COSAMA, apenas 2 municípios apresentam condições de oferta de água satisfatórias para o atendimento das demandas futuras. Já nos demais, 10 municípios abastecidos pela COSAMA necessita de planejamento das obras na ampliação dos sistemas produtores de água, conforme podemos observar na Tabela 1.

Solução Adotada	Nº de Municípios	Sistema Existente	Manancial Atual	Municípios
-----------------	------------------	-------------------	-----------------	------------

Adequação de sistema existente	5	Isolado	Superficial/ misto	Autazes, Benjamin Constant, Careiro da Várzea, Eirunepé, São Paulo de Olivença
	5	Isolado	Subterrâneo	Alvarães, Carauari, Codajás, Itamarati, Manaquiri
Satisfatórios	2	Isolado	Subterrâneo / Superficial	Juruá, Tabatinga

Tabela 1: Municípios do Amazonas que são abastecidos pela COSAMA

Fonte: Adaptado de ANA 2010.

Posteriormente, foi realizado levantamento sobre os parâmetros físico-químicos e microbiológicos da qualidade da água do banco de dados da Companhia de Saneamento do Estado do Amazonas – COSAMA, no período de 2013 a 2017 em 12 municípios do estado do Amazonas, os quais são abastecidos por poços e de águas de superfícies dos rios da Amazônia (Tabela 2). Os municípios analisados são: Alvarães, Autazes, Benjamin, Carauari, Careiro da Várzea, Codajás, Eirunepé, Itamarati, Juruá, Manaquiri, São Paulo de Olivença e Tabatinga (Figuras 1).

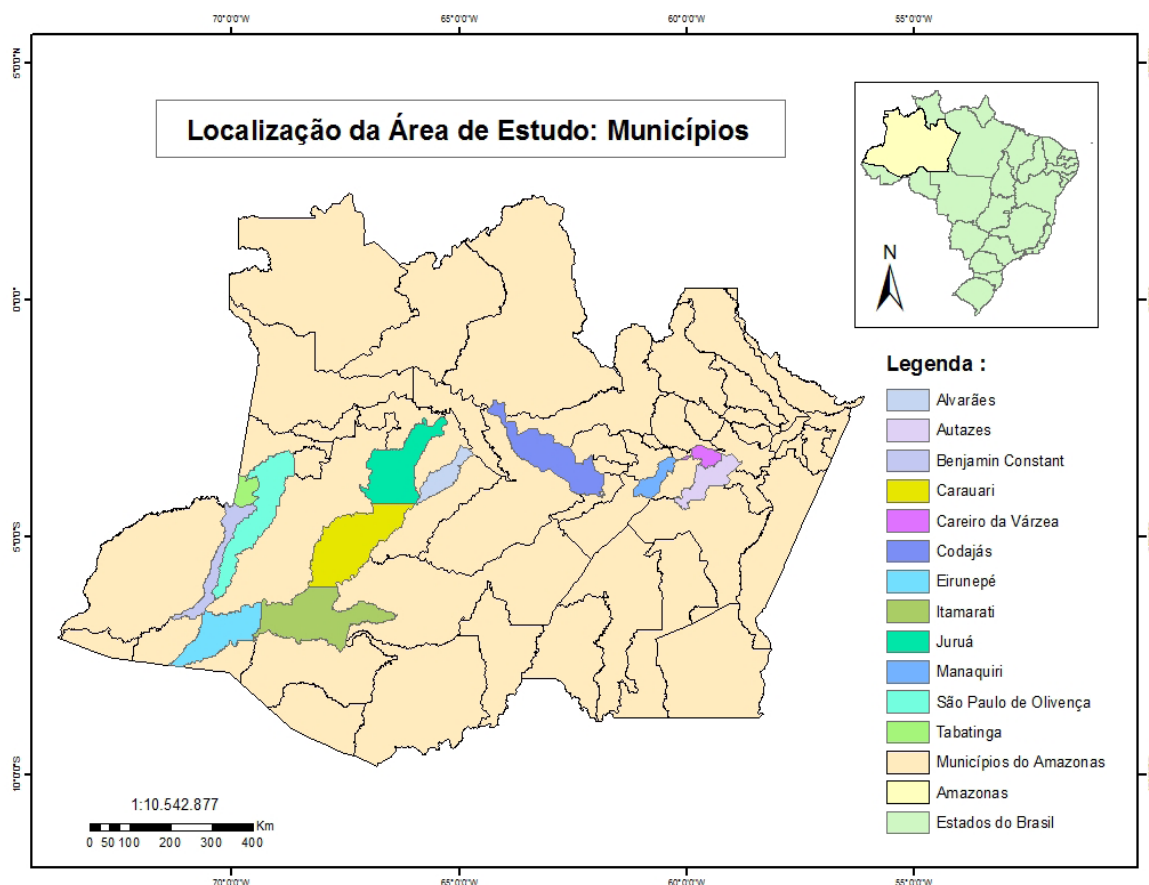


Figura 1: Localização da área em estudo.

Fonte: Autora (2018).

Municípios	População*	Produção litros/dia**	Sub-bacia Hidrográfica	Manancial	Sistema de Tratamento
Autazes	37.752	3.860.129	Amazonas / Madeira	Superficial	Estação de Tratamento de Água - ETA
Benjamin Constant	40.417	5.798.710	Javari / Solimões		
Careiro da Várzea	28.592	659.032 l	Amazonas		
São Paulo de Olivença	37.300	2.965.226	Solimões / Jutai		
Tabatinga	62.346	10.517.097	Solimões		
Eirunepé	34.461	5.268.678 l	Juruá	Misto: Superficial - Rio Juruá e Subterrâneo (poços profundos)	ETA e Adição de cloração
Alvarães	15.729	1.120.129	Solimões / Purus	Subterrâneo (poços profundos)	Adição de cloração
Itamarati	8.153	664.677	Japurá / Solimões		
Juruá	13.581	2.280.645	Juruá / Jutai / Japurá		
Manaquiri	29.327	4.377.935	Solimões / Madeira		
Carauari	28.111	6.250.000	Juruá / Jutai		
Codajás	27.303	3.504.903	Solimões / Purus		

Tabela 2: Municípios do Amazonas que são abastecidos pela COSAMA, conforme as sub-bacia hidrográfica, manancial, sistema de tratamento, população e produção de litros por dia.

*População estimada em 2016 (IBGE). ** Produção diária de 2016 (COSAMA). Fonte: ANA (2010), COSAMA (2016) e IBGE (2016).

Os parâmetros físico-químicos: Cloro Livre, Turbidez, Cor Aparente e pH, e microbiológicos: Coliformes Totais, Coliformes Termotolerantes e Coliformes Heterotróficas, foram selecionados por serem os mais utilizados em análises de qualidade de água de consumo. Os dados obtidos foram mensais, os quais foram calculados as médias de cada ano, conforme cada município estudado. Estes dados foram inseridos e processados em planilhas eletrônicas do Microsoft Excel 2013 para geração de gráficos e tabelas.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta pesquisa foram avaliados e interpretados os parâmetros físico-químicos e microbiológicos para avaliar a qualidade da água em doze municípios: Alvarães, Autazes, Benjamin, Carauari, Careiro da Várzea, Codajás, Eirunepé, Itamarati, Juruá, Manaquiri, São Paulo de Olivença e Tabatinga.

3.1. Cloro Livre

A Tabela 3 encontra-se representado as análises realizadas para o parâmetro de cloro livre, em Alvarães obteve o sua maior média em 2016 igual a 1,1 mg/L e a menor média igual a 0,9 mg/L nos períodos de 2013 a 2015. No município de Autazes a maior média foi de 1,7 mg/L nos anos de 2014 e 2015, a menor média foi de 1,4 mg/L em 2016. Em Benjamin a maior média foi de 1,5 mg/L em 2014 e a menor de 1,1 mg/L em 2016. O município de Carauari manteve-se oscilando entre as médias de 1,3 e 1,4 mg/L nos períodos pesquisados. O município de Careiro da Várzea teve a maior média de 2,0 mg/L em 2013 e a menor média foi 1,7 mg/L nos anos de 2015 a 2017.

O município de Codajás a maior média foi de 1,8 mg/L em 2015 e a menor média de 1,5 mg/L em 2017. No município de Eirunepé a maior média foi de 1,8 mg/L em 2013 e 2014 e a menor média de 0,5 mg/L em 2016. O município de Itamarati obteve-se a média de 1,5 mg/L em todos os anos pesquisados. No município de Juruá a maior média foi de 1,3 mg/L em 2013 e 2017, a menor média foi de 1,0 mg/L em 2015. No município de Manaquiri a maior média foi de 1,5 mg/L em 2017 e a menor média igual a 0,6 mg/L em 2014. No município de São Paulo de Olivença a maior média foi de 1,8 mg/L em 2017 e a menor média igual a 1,4 mg/L em 2016. O município de Tabatinga teve sua maior média de 2,1 mg/L, em 2013 e a menor média de 1,4 mg/L, em 2017.

Municípios	Cloro Livre (mg/l)					Portaria 2920/11 Min Permitido	Portaria 2920/11 Máx Permitido	Resolução CONAMA n° 357/05 Permitido
	2013	2014	2015	2016	2017			
Alvarães	0,9	0,9	0,9	1,1	1,0	0,2	5,0	0,1
Autazes	1,5	1,7	1,7	1,4	1,6	0,2	5,0	0,1
Benjamin	1,4	1,5	1,4	1,1	1,3	0,2	5,0	0,1
Carauari	1,3	1,4	1,4	1,3	1,4	0,2	5,0	0,1
C. Várzea	2	1,6	1,7	1,7	1,7	0,2	5,0	0,1
Codajás	1,7	1,7	1,8	1,6	1,5	0,2	5,0	0,1
Eirunepé	1,8	1,8	1	0,5	0,8	0,2	5,0	0,1
Itamarati	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,2	5,0	0,1
Juruá	1,3	1,1	1	1,1	1,3	0,2	5,0	0,1
Manaquiri	0,7	0,6	0,9	1,3	1,5	0,2	5,0	0,1
S. Paulo de Olivença	1,6	1,5	1,6	1,4	1,8	0,2	5,0	0,1
Tabatinga	2,1	1,4	1,3	1,1	1,4	0,2	5,0	0,1

Tabela 3: Resultado do Cloro Livre dos municípios analisados.

Fonte: COSAMA (2013 a 2017). Organização: Autora (2018).

Os resultados do cloro livre (mg/L) mostram que o teor de cloro livre foi

superior a 0,2 mg/L e não chegando a 5,0 mg/L, variando de 0,5 a 2,1 mg/l nos municípios pesquisados. Os resultados analisados estão em conformidade com Portaria nº 2914/2011 (BRASIL, 2011), para os padrões de potabilidade para águas destinadas ao abastecimento e consumo humano. A legislação estabelece um teor de cloro livre de 0,5 mg/L, sendo exigido no mínimo, 0,2 mg/L para a manutenção em qualquer ponto da rede de distribuição de água. E também estão de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005, estabelece para a classe 2, cloro livre de 0,1 mg/l.

3.2. Turbidez

Ao avaliar a turbidez (uT) nos municípios estudados, como pode ser observado na Tabela 4 que o município de Alvarães apresentou a maior média de 4,5 uT em 2013 e a menor média encontrada foi em 2016 com 0,9 uT. Em Autazes as maiores médias foram de 9,4 uT em 2015, com 7,6 uT em 2013 e 7,0 uT em 2014, a menor média foi com 1,6 uT em 2017. No município de Benjamin Constant a maior média encontrada foi de 8,3 uT em 2017 e o menor média com de 2,3 uT em 2013. Para o município de Carauari nos anos estudados (2013 a 2017) não houve a coleta do parâmetro turbidez (uT).

Avaliando o município de Careiro da Várzea as maiores médias encontradas foram 17,3 uT em 2013, com 15,1 uT em 2016 e 10,9 uT em 2017, a menor média encontrada foi 2,4 uT em 2015. O município de Codajás obteve a maior média com 2,2 uT em 2017 e com a menor média foi de 1,4 uT nos anos de 2013 e 2014. No município de Eirunepé a maior média obtida foi de 4,2 uT e a menor média com 0,5 uT em 2016. Em Itamarati as médias encontradas oscilaram entre 0,1 uT a 2,0 uT nos anos analisados. No município de Juruá a maior média encontrada foi de 3,7 uT em 2014 e a menor média com 1,9 uT em 2015. O município de Manaquiri a maior média analisada foi de 7,0 uT em 2013 e menor média com 0,2 em 2015. No município de São Paulo de Olivença a maior média pesquisada foi de 3,8 uT em 2015 e a menor média com 3,0 uT em 2013 e 2016. Em Tabatinga as maiores médias analisadas foram de 12,1 uT em 2013 e 10,2 uT em 2014, e a menor média foi de 1,3 uT em 2016.

Municípios	Turbidez (uT)					Portaria 2920/11 Máx Permitido	Resolução CONAMA nº 357/05 Permitido
	2013	2014	2015	2016	2017		
Alvarães	4,5	1,7	1,9	0,9	1,0	5,0	100
Autazes	7,6	7,0	9,4	2,7	1,6	5,0	100
Benjamin	2,3	4	3,1	3,5	8,3	5,0	100
Carauari	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	100
C. Várzea	17,3	2,9	2,4	15,1	10,9	5,0	100
Codajás	1,4	1,4	1,9	2	2,2	5,0	100
Eirunepé	4,2	4,2	1	0,5	0,8	5,0	100
Itamarati	0,1	0,1	0,1	0,2	2	5,0	100
Juruá	2,3	3,7	2,6	1,9	2	5,0	100
Manaquiri	7	0,7	0,2	0,7	1,3	5,0	100
S. Paulo de Olivença	3	3,4	3,8	3	3,1	5,0	100
Tabatinga	12,1	10,2	5,9	1,3	1,6	5,0	100

Tabela 4: Resultado da Turbidez dos municípios analisados.

Fonte: COSAMA (2013 a 2017). Organização: Autora (2018).

Por meio dos resultados de turbidez (uT), foi possível verificar a média de turbidez para as análises efetuadas nos doze municípios estudados com variação de 0,1 a 17,3 uT, em cinco municípios (Autazes – 2013, 2014 e 2015, Benjamin – 2017, Careiro da Várzea – 2013, 2016 e 2017, Manaquiri - 2013 e Tabatinga - 2013) as médias estiveram acima de 5,0 uT não estando em adequação a Portaria nº 2914/2011 (BRASIL, 2011). Mas segundo o Art. 15 da Resolução CONAMA 357/2005 que estabelece para a classe 2, o máximo permitido é de 100 uT, indicando que os resultados obtidos nesta pesquisa estão em conformidade com esta Resolução.

3.3. Cor Aparente

A Tabela 5 apresenta as análises de cor aparente (uH) dos municípios pesquisados. O município de Alvarães, para saber a qualidade da água foi realizado análises de Cor Aparente (uH), a qual encontrou a maior média de 12,6 uH em 2013 e a menor média encontrada foi em 2015 com 0,1 uH, já em 2017 não houve análises. Em Autazes foram encontradas as maiores médias de 27,4 uH em 2014 e com 18,1 uH em 2013, a menor média foi com 5,6 uH em 2017. No município de Benjamin Constant a maior média foi de 14,9 uH em 2015 e o menor média foi de 9,8 uH em 2013. Já no município de Carauari nos anos pesquisados (2013 a 2017) não houve análise para Cor Aparente (uH).

No município de Careiro da Várzea a maior média encontrada foi de 12,1 uH em 2014, a menor média encontrada foi 9,2 uH em 2015. Em Codajás a maior média foi de 7,5 uH em 2013 e com a menor média com 2,4 uH nos anos de 2015 e 2016. O município de Eirunepé a maior média analisada foi de 5,5 uH em 2014 e a menor média foi de 2,8 uH em 2015 e 2016. Já o município de Itamarati não realizou análises nos anos de 2013 a 2016, já em 2017

a médias encontrada foi de 5,1 uH. No município de Juruá a maior média estudada foi de 12,3 uH em 2014 e a menor média com 8,3 uH em 2013. O município de Manaquiri obteve a média de 5,0 uH em todos os anos pesquisados. Em São Paulo de Olivença encontrou-se as maiores médias de 11,9 uH em 2013 e de 11,8 uH em 2015, e a menor média de 9,6 uH em 2017. Já no município de Tabatinga a maior média obtida foi de 12,8 uH em 2013, a menor média com 0,6 uH em 2017.

Municípios	Cor Aparente (uH)					Portaria 2920/11 Máx Permitido	Resolução CONAMA nº 357/05 Permitido
	2013	2014	2015	2016	2017		
Alvarães	12,6	1,4	0,1	0,4	0,0	15,0	75
Autazes	18,1	27,4	13,5	10,1	5,6	15,0	75
Benjamin	9,8	10,1	14,9	9,9	10,2	15,0	75
Carauari	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,0	75
C. Várzea	11,6	12,1	9,2	11,0	11,0	15,0	75
Codajás	7,5	6,4	2,4	2,4	3,4	15,0	75
Eirunepé	4,9	5,5	2,8	2,8	3,0	15,0	75
Itamarati	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1	15,0	75
Juruá	8,3	12,3	9,7	14,8	13,4	15,0	75
Manaquiri	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	15,0	75
S. Paulo de Olivença	11,9	11,5	11,8	10,0	9,6	15,0	75
Tabatinga	12,8	9,9	4,4	1,9	0,6	15,0	75

Tabela 5: Resultado da Cor Aparente dos municípios analisados.

Fonte: COSAMA (2013 a 2017). Organização: Autora (2018).

Para os resultados das análises da cor aparente (uH) nos municípios pesquisados, para o período de 2013 a 2017 cor aparente que variou de 0,1 a 27,4 uH, o único município que esteve sua média acima de 15 uH em relação a todos municípios analisados perante os anos pesquisados, foi Autazes com médias de 27,4 uH em 2014 e de 18,1 uH em 2013, e não está em acordo com a Portaria nº 2914/2011 (BRASIL, 2011). Porém segundo o Art. 15 da Resolução CONAMA 357/2005 todos os resultados analisados neste estudo estão de acordo com esta Resolução.

3.4.pH

Estudos realizados para obter o valor de pH nos municípios analisados podem ser observado na Tabela 6. O município de Alvarães em análises para saber o pH foi encontrada a maior média de 6,2 pH em 2017 e a menor média com 4,8 uH em 2013. Em Autazes o rio que abastece o município foi encontrada a maior média de 6,0 pH em 2017 e a menor média com 4,6 pH em 2015. No município de Benjamin Constant a maior média pesquisada foi de 6,4 pH em 2016 e o menor média com 4,9 uH em 2014. O município de Carauari a maior média encontrada foi de 5,7 pH nos anos de 2013 a 2015 e 2017 e a menor média com 4,2 pH em 2016.

O município de Careiro da Várzea a maior média encontrada foi de 12,7 pH em 2015, a menor média encontrada foi 6,0 pH em 2013 e 2014. Já o município de Codajás obteve a maior média com 7,1 pH em 2013 e com a menor média foi de 5,7 pH nos anos de 2016. Em Eirunepé a maior média encontrada foi de 5,8 pH em 2017 e a menor média com 5,3 pH em 2013. No município de Itamarati a maior média encontrada foi de 6,6 pH em 2017, já a menor médias encontrada foi de 5,8 pH. O município de Juruá a maior média pesquisada foi de 7,2 pH em 2017 e a menor média com 5,3 pH em 2013. Em Manaquiri a maior média analisada foi de 6,0 pH em 2016 e menor média com 5,1 pH. No município de São Paulo de Olivença a maior média encontrada foi de 6,6 pH em 2017 e a menor média com 5,1 pH em 2016. Já no município de Tabatinga a maior média analisada foi de 7,1 pH em 2016 e a menor média com 6,5 pH em 2014.

Municípios	pH					Portaria 2920/11 Min Permitido	Portaria 2920/11 Máx Permitido	Resolução CONAMA n° 357/05 Permitido
	2013	2014	2015	2016	2017			
Alvarães	4,8	5,8	6,0	6,0	6,2	6,0	9,5	6,0 a 9,0
Autazes	5,4	4,7	4,6	5,0	6,0	6,0	9,5	6,0 a 9,0
Benjamin	5,0	4,9	6,0	6,4	6,0	6,0	9,5	6,0 a 9,0
Carauari	5,7	5,7	5,7	4,2	5,7	6,0	9,5	6,0 a 9,0
C. Várzea	6,0	6,0	12,7	8,2	8,2	6,0	9,5	6,0 a 9,0
Codajás	7,1	7,0	5,8	5,7	5,8	6,0	9,5	6,0 a 9,0
Eirunepé	5,3	5,5	5,5	5,5	5,8	6,0	9,5	6,0 a 9,0
Itamarati	6	5,9	5,9	5,8	6,6	6,0	9,5	6,0 a 9,0
Juruá	5,3	7,0	6,9	7,1	7,2	6,0	9,5	6,0 a 9,0
Manaquiri	5,1	5,2	5,5	6,0	6,0	6,0	9,5	6,0 a 9,0
S. Paulo de Olivença	5,5	5,5	5,3	5,1	6,6	6,0	9,5	6,0 a 9,0
Tabatinga	6,8	6,5	6,8	7,1	7,0	6,0	9,5	6,0 a 9,0

Tabela 6: Resultado do pH dos municípios analisados.

Fonte: COSAMA (2013 a 2017). Organização: Autora (2018).

Nos municípios pesquisados os resultados das análises de pH, em todas as avaliações em relação ao pH determinadas para o período de 2013 a 2017 o pH variou de 4,6 a 12,7, dois municípios (Carauari e Eirunepé) não atingiram em todos os anos pesquisados a média de 6,0 a 9,5 pH conforme a Portaria n° 2914/2011 (BRASIL, 2011) e de 6,0 a 9,0 estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005. Tabatinga é o único município que está em conformidade com a legislação federal em todos os anos. No município de Careiro da Várzea no ano de 2015 o pH ultrapassou o mínimo e máximo permitido pela Portaria e Resolução utilizadas neste estudo.

Os rios Solimões, Amazonas, Javari, Juruá e Madeira são rios de águas brancas, os quais abastecem os municípios de Tabatinga, Careiro da Várzea, Benjamin Constant, Eirunepé e Autazes, já o rio Jutá é considerado rio de águas pretas e abastece o

município de São Paulo de Olivença, essa classificação está de acordo com a descrita por Sioli (1950). Os rios da Amazônia em seu estado natural possuem valores de pH diferenciados, conforme classificação de Sioli diz que, os rios de águas brancas estão entre 6,2 e 7,2, os rios de águas claras entre 4,5 e 7,8 e os rios de águas pretas entre 3,8 e 4,9. Esteves (2011) em suas pesquisas encontrou o pH de 4,0 até 7,8 ao longo do percurso do Rio Amazonas.

3.5. Análise Biológica

Os resultados obtidos das análises dos parâmetros de Coliformes Totais, Coliformes Termotolerantes e Coliformes Heterotróficas das amostras de água coletadas estão em conformidades com a Portaria nº 2914/2011 (BRASIL, 2011) e a Resolução CONAMA nº 357/2005. Em seus estudos Azevedo (2006) não encontrou presença de coliformes totais e termotolerantes em águas de um poço tubular no município de Urucará-AM, estando desta forma em acordo com a legislação federal.

A região da Amazônia possui característica diferenciada de outras regiões do país, como é o caso da água, solo, clima e outros fatores. Em relação as águas, os rios da região apresentam valores variados de pH, turbidez e cor aparente, ao longo dos seus percursos é encontrado vários fatores que contribuem para as propriedades das águas, tais como materiais em decomposição, materiais húmicos, sedimentos e formação rochosa, conforme o local onde está situado há variação de pH, turbidez e cor aparente. Em relação aos parâmetros de qualidade da água para abastecimento da região da Amazônia, existe o desejo de se realizar o enquadramento dos rios da Amazônia na legislação federal, visto que suas características são diferenciadas das demais regiões.

As diferenças de qualidade das águas da região amazônica explicam-se pelas diferenças geológicas e geomorfológicas nas respectivas áreas de captação (JUNK 1983). Segundo Sioli (1984) as propriedades físicas e químicas das águas são reflexo da composição geológica, climática e cobertura vegetal da bacia de drenagem.

As águas dos rios da Amazônia apresentaram em sua maioria formação bem particular, com pH variando de 3,96 a 7,56 (SILVA *et al*, 2015). Esta condição ácida está relacionada à presença de material orgânico proveniente da decomposição de folhagem e outros (SIOLI e KLINGE, 1962). Segundo Esteves (1998), em grande parte da região de terra firme da Amazônia central, no litoral e em regiões de turfeiras apresentam pH baixo. Os aspectos naturais como o rompimento das rochas e a fotossíntese, ou aspectos antrópicos como os esgotos domésticos e industriais influenciam no pH (VON SPERLING, 2007).

4 | CONCLUSÃO

Analisando-se os dados obtidos pela COSAMA, conclui-se que a água ofertada

aos usuários dos municípios de Alvarães, Autazes, Benjamin, Carauari, Careiro da Várzea, Codajás, Eirunepé, Itamarati, Juruá, Manaquiri, São Paulo de Olivença e Tabatinga, durante o período do estudo, apresentou características físico-químicas e microbiológicas que permite classificá-la como potável.

Dentre as amostras coletadas no setor básico, apenas a variável cloro livre está dentro do valor estabelecido pela Portaria N° 2.914 (BRASIL, 2011) e a Resolução CONAMA 357/2005. Para o parâmetro turbidez, em cinco municípios não estavam em conformidade a legislação vigente neste estudo. Já em relação a cor aparente apenas um município apresentou não conformidade com Portaria e a Resolução. Para o pH apenas um município está em acordo com a legislação federal. O principal indicador sanitário da água para abastecimento público e consumo humano deve ter ausência total de *E.coli*, conforme determina a Portaria N° 2914/2011 do Ministério da Saúde. Neste aspecto, acredita-se que o objetivo desta pesquisa foi plenamente alcançado.

Verificou-se que os problemas sanitários rurais são complexos, apontam riscos à população local e precisam ser melhorados. Além disso, conclui-se que o monitoramento físico-químico e microbiológico, durante os anos pesquisados entre os anos de 2013 a 2017, foi capaz de detectar as principais variáveis de qualidade da água de abastecimento rural no estado do Amazonas.

REFERÊNCIAS

AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Atlas Brasil. Abastecimento Urbano de Água. Resultado por Estados. Volume 2. 2010. Disponível em: www.ana.gov.br/atlas. Acesso em 25/11/2017.

ARAÚJO, G.F.R.; TONANI, K.A.A.; JULIÃO, F.C.; CARDOSO, O.O.; ALVES, R.I.S., RAGAZZI, M.F.; SAMPAIO, C.F.; SEGURA-MUÑOZ, S.I. **Qualidade físico-química e microbiológica da água para o consumo humano e a relação com a saúde: estudo em uma comunidade rural no estado de São Paulo**. O Mundo da Saúde. São Paulo: v. 35, n. 1, p. 98-104, 2011.

AZEVEDO, R. P. (2006). **Aspectos sobre o uso da água subterrânea na fronteira Brasil-Colômbia: O caso da Cidade de Tabatinga no Estado do Amazonas**. In: XXX Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Anais. Punta del Este - Uruguai. 2006.

BECKER, B.K. **Geopolítica da Amazônia**. Estudos Avançados, São Paulo, V.19, N.53, p.71-86, 2005.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº. 357/2005, 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, Seção 1, p. 266. 2011.

BRITO, L. T. L.; AMORIM, M. C. C.; LEITE, W. M. **Qualidade de água para consumo humano**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, p. 16, 2007.

COSAMA. **Companhia de Saneamento do Amazonas**. Informações de qualidade da água, 2013.

_____. **Companhia de Saneamento do Amazonas**. Informações de qualidade da água, 2014.

_____. **Companhia de Saneamento do Amazonas**. Informações de qualidade da água, 2015.

_____. **Companhia de Saneamento do Amazonas**. Informações de qualidade da água, 2016.

_____. **Companhia de Saneamento do Amazonas**. Informações de qualidade da água, 2017. Disponível em: <http://www.cosama.am.gov.br/qualidade/>. Acessado em: 25/11/2017.

CRUZ, Patrícia et al. **Estudo comparativo da qualidade físico-química da água no período chuvoso e seco na confluência dos rios Poti e Parnaíba em Teresina/PI**. In: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, Teresina-pi. Connepi 2007. p. 1 - 6. 2007.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de Limnologia**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Interciência. p. 602. 1998.

_____. **Fundamentos de limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência. p.826. 2011.

FREITAS, C.M., GIATTI, L.L. **Sustentabilidade ambiental e de saúde na Amazônia Legal, Brasil: Uma análise através de indicadores**. Série Saúde Ambiental 4. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000115&pid=S1414-753X201200010000700013&lng=en. Acessado em: 28/11/2017.

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento - Orientações técnicas**. 4. ed. rev. Brasília; p. 407. 2006.

GIATTI, L. L.; CUTOLO, S. A. **Acesso à água para consumo humano e aspectos de saúde pública na Amazônia Legal**. São Paulo, v. 15, n. 1. 2012. Disponível em < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-753X2012000100007&script=sci_arttext>. Acesso em 25/11/2017.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Estimativa da população dos municípios do Estado do Amazonas**. 2016. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias-novoportal/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15761-areas-dos-municipios.html?t=destaques&c=13>. Acesso em 25/11/2017.

JUNK, W.J. “**Recursos hídricos da região amazônica: utilização e preservação**”. Acta Amaz. 9, pp. 37-51. GEISLER, R.; KNÖPPEL, H. A. & SIOLI, H. 1973 — The ecology of fresh-water fisher in Amazonia : present status and futures tasks for research. Applied Sciences and Development, 2: p.144-162. 1983.

LARSEN, D. **Diagnóstico do saneamento rural através de metodologia participativa. Estudo de caso: bacia contribuinte ao reservatório do rio verde, região metropolitana de Curitiba, PR**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, p.182. 2010.

MINISTÉRIO DA SAÚDE - MS. **Manual de Saneamento**. 2. ed. Fundação Serviços de Saúde Pública. Rio de Janeiro - RJ, p. 250. 1981.

PEREIRA, L. D. A. **De onde vem a água que nós bebemos?**. Revista Eletrônica de Ciências. n. 50, 2012. Disponível em: http://www.cdcc.sc.usp.br/ciencia/artigos/art_50/agua.html. Acessado em: 28/04/2017.

REBOUÇAS, A. **Uso inteligente da água**. São Paulo: Escrituras Editora, p. 207. 2004. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000151&pid=S1414-753X201200010000700031&lng=en. Acessado em: 28/04/2017.

RIGOBELLO, E. C. et al. **Padrão físico-químico e microbiológico da água de propriedades rurais da região de Dracena**. Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient. v. 7, n. 2, p. 219-224, 2009.

RICHTER, Carlos A. **Água: Métodos e Tecnologia de Tratamento**. 2. ed. São Paulo: Blucher, p. 340. 2009.

SILVA, M. S. R.; CUNHA, H. B.; MIRANDA, S. A. F.; GOMES, N. A.; PASCOALOTO, D.; SANTANA, G. P. **Recursos Hídricos da Amazônia: Uma classificação dos tipos e águas segundo a carga**

iônica- Brasil. XXI.7 Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Brasília – DF. Pág. 158. 2015.

SILVA, M. L. **Estudo Hidroquímico e dos Isótopos de Urânio nas Águas Subterrâneas em Cidades do Estado do Amazonas (AM).** Rio Claro: UNESP, p. 178. 2005. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. 2005.

SIOLI, H. “**Das Wasser in Amazonasgebiet**”. Fosch. Fortschr. 26 (21/22), p. 274-280.1950

SIOLI, H. **Introduction: history of discovery of the Amazon and the research of Amazonian waters and landscapes.** In: SIOLI, H., Amazon: limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and and its basin. The Hague, Dr. W. Junk. p. 1-13. 1984

SIOLI. H. & KLINGE, H. **Solos, tipos de vegetação e águas na Amazônia.** Boi. Mus. Par. Emílio Goeldi: Nova série: Avulsa. Belém, 1: p. 27-41. 1986.

VON SPERLING, M. V. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios.** Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais. 2007.

ZANCUL, M. S. **Água e saúde.** 2006. Disponível em: www.cdcc.sc.usp.br/ciencia/artigos/art. Acessado em 28/11/2017.

SOBRE OS AUTORES

Adriane Trindade Sarah Graduanda em Licenciatura Plena em Ciências Naturais com habilitação em Química pela Universidade do Estado do Pará. E-mail: adritrindade.sarah@gmail.com

Adriene de Oliveira Amaral Mestranda em Ciências Florestais e Ambientais pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM) -Faculdade de Ciências Agrárias-FCA.

Akmê-re Monteiro de Almeida Graduação em Ciência da Computação pelo Centro Universitário do Pará; Grupo de pesquisa: Participa de Projetos de Iniciação Científica no Laboratório de Sistemas Ciberfísicos do Instituto Ciberespacial-ICIBE/UFRA no Desenvolvimento de Inovações Tecnológicas para Proteção e Conservação da Floresta Amazônica.

Alderuth Da Silva Carvalho Professor do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Pará-Campus Marabá. Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em *Lato sensu* de Recuperação de áreas degradadas do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Pará; Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Pará; Mestrado em Ciências Ambientais pela Universidade Federal do Pará; E-mail para contato: Alderuth.carvalho@ifpa.edu.br

Alexsandro Sousa Santos Graduando em Ciências Naturais – Biologia pela Universidade do Estado do Pará; E-mail para contato: alexsandro.ss1998@gmail.com

Altem Nascimento Pontes Licenciado em Física pela Universidade Federal do Pará; Bacharel em Física pela Universidade Federal do Pará; Mestre em Geofísica pela Universidade Federal do Pará; Doutor em Ciências, na modalidade Física, pela Universidade Estadual de Campinas. Atualmente é Professor Associado II da Universidade Federal do Pará e Professor Adjunto IV da Universidade do Estado do Pará. Suas Linhas de Pesquisa são: Modelagem Ambiental e Ecológica; Estudos Interdisciplinares em Ciências e Tecnologias e suas Interfaces com a Educação, Saúde e Meio Ambiente.

Amanda Cristina Macedo Da Conceição Possui graduação em Engenharia Ambiental, pela Universidade do Estado do Pará (2016), cursando especialização em Análise de Bacias Sedimentares: Ênfase em Regiões Equatoriais, na Universidade do Estado do Pará. E-mail para contato: eng.amandacristina@gmail.com

Amilton dos Santos Barbosa Júnior Graduando em Licenciatura Plena em Ciências Naturais – com Habilitação em Química pela Universidade do Estado do Pará – UEPA. E-mail para contato: amiltonbarbosajr@gmail.com

Ana Catarina Siqueira Furtado Graduação em andamento de Engenharia Florestal pela Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA);

Ana Julia Soares Barbosa Possui graduação em Engenharia Sanitária E Ambiental pela Universidade Federal do Pará (2002) e mestrado em Pós Graduação Em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pará (2006) . Atualmente é Professor Assistente I da Universidade

do Estado do Pará. Tem experiência na área de Engenharia Sanitária , com ênfase em Saneamento Ambiental. Atuando principalmente nos seguintes temas: Bacia Hidrográfica, Produção de sedimentos, Geração hídrica de energia.

Antônio Pereira Junior Possui Graduação em Licenciatura Plena em Ciências Biológicas, Especialização em Planejamento e Gestão Ambiental e Mestrado em Ciências Ambientais pela Universidade Federal do Pará (UFPA); e Especialização em Planejamento e Gerenciamento de água pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Atualmente, é professor assistente III, com dedicação exclusiva na Universidade do Estado do Pará (UEPA), Coordenador do Laboratório de Qualidade Ambiental, Campus VI – Paragominas e Membro titular do Colegiado no Campus VIII - Marabá, no biênio 2015 - 2017.

Arthur Aviz Palma e Silva Graduação em Engenharia civil pela Universidade Federal do Pará; Grupo de pesquisa: GPMAC: Grupo de Pesquisa de Materiais de Construção; eng.aviz@gmail.com

Arthur Julio Arrais Barros Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Foi integrante do Grupo de Pesquisa Hidráulica e Saneamento (GPHS/UFPA), onde desenvolveu atividades referentes ao Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos, ao Planejamento e Informação em Sistemas de Saneamento e à Eficiência Hidroenergética em Sistemas de Saneamento. Atualmente, é estagiário da Unidade Executiva de Estudos e Projetos da Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA), onde executa atividades auxiliares na elaboração e na análise de projetos de engenharia.

Beatriz Cordeiro Costa Graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA; Grupo de pesquisa: Núcleo de Sistemas Ciberfísicos-NSCF do Diretório de Pesquisa/CNPq. Bolsista Produtividade em Pesquisa: Projetos de Iniciação Científica em Desenvolvimento e Inovação Tecnológica para Proteção e Conservação da Floresta Amazônica

Bruna Almeida da Silva Professora Assistente I do Departamento de Tecnologia de Alimentos – DETA da Universidade do Estado do Pará – UEPA. Coordenadora do Laboratório de Tecnologia de Alimentos, Campus de Marabá. Doutoranda em Ciência Animal pela Universidade Federal do Pará (2015), Mestre em Ciências e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal do Pará (2012) e Graduada em Tecnologia de Alimentos pela Universidade do Estado do Pará (2009). Possui experiência na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, atuando principalmente nas seguintes áreas: carnes, pescado e leite. E-mail: bruna_alimentos@yahoo.com.br

Camille Vasconcelos Silva Graduação em andamento em Engenharia Ambiental e Energias Renováveis na Universidade Federal Rural da Amazônia. No momento realizo estagio na Diretoria de Geotecnologias (DIGEO) da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS), desenvolvendo experiências em sensoriamento remoto e geotecnologias, por meio da análise técnica do Cadastro Ambiental Rural (CAR) no estado do Pará. E-mail para contato: camillevs15@gmail.com

Carol Abreu Fragoso Graduação em Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas pela Universidade do Estado do Pará- UEPA; E-mail para contato: carolfragoso@live.com

Carolina Ayumi Umezaki Maciel Graduando em Ciências Naturais – Biologia pela Universidade do Estado do Pará; E-mail para contato: carolumezaki@hotmail.com

Caroline Menezes Azevedo Graduação em Engenharia civil pela Universidade Federal do Pará, Grupo de pesquisa: GPMAC: Grupo de Pesquisa de Materiais de Construção; carolinemenezes1@live.com

Cassiane Farias de Peniche Graduação em Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas pela Universidade do Estado do Pará- UEPA; E-mail para contato: cassianepeniche@gmail.com

Celiane Lima dos Santos Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade do Estado do Pará; celianelima.eng@gmail.com

Cleyton Eduardo Costa Ferreira Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental-UFPA. Bolsista do Programa de Iniciação Científica –PIBIC. Integrante do Grupo de Estudos em Gerenciamento de Água e Reuso de Efluentes/GESA-UFPA; 3eduardocosta@gmail.com

Criscia Thaianne da Silva Machado Graduanda em Licenciatura Plena em Pedagogia pela Universidade do Estado do Pará – UEPA. E-mail para contato: criscia.uepa@gmail.com

Danielle Yariwake da Silva Analista da Embrapa Amazônia Oriental; Graduação em Administração de Empresas com habilitação em Finanças pela Universidade da Amazônia; Especialista em Contabilidade Pública pela Uninter

Danilo Cunha de Oliveira Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental-UFPA. danilocunhadeoliveira@hotmail.com

Danyelle Souza Guimarães Possui graduação em Engenharia Ambiental, pela Universidade do Estado do Pará (2016) e Curso Técnico em informática pelo Instituto Federal do Pará (IFPA). E-mail para contato: dany.guimaraes19@gmail.com

David Vale Do Reis Graduação em Geografia pela Universidade Federal do Pará; Especialização em Gestão Ambiental pela Instituto de Ensino superior da Amazônia;

Débora Portal Lopes Graduanda em Licenciatura Plena em Ciências Naturais – com Habilitação em Química pela Universidade do Estado do Pará – UEPA. E-mail para contato: deboraportallopes@gmail.com

Diego Macapuna da Silva Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Pará- UFPA. Tem experiência em aproveitamento da água da chuva e em licenciamento ambiental (SEMAS - Salinas/PA).

Donizette Monteiro Machado Graduando em Licenciatura Plena em Ciências Naturais – com Habilitação em Química pela Universidade do Estado do Pará – UEPA. E-mail para contato: do-te@hotmail.com

Eduardo Camurça da Silva Graduado em Engenharia Ambiental pela Universidade do Estado do Pará. Especializado em Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto. Atualmente é analista ambiental na Secretaria de Municipal de Meio Ambiente de Capanema-PA. Tem experiência na área de Geoprocessamento de imagens, Gestão de Resíduos Sólidos, Avaliação de Impacto Ambiental, Recursos Hídricos e Licenciamento Ambiental.

Eliane de Castro Coutinho Doutora em Ciências Ambientais, na área de Física do Clima, pela Universidade Federal do Pará/Museu Emílio Goeldi/Empresa Brasileira de Agropecuária (2016). Mestrado em Meteorologia pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (1999). Especialização em Meteorologia Tropical pela Universidade Federal do Pará e em Educação em Saúde Pública pela Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP) e Graduação em Meteorologia pela Universidade Federal do Pará (1993). Professora assistente IV da Universidade do Estado do Pará.

Elizia Raquel Cunha Engenheira Ambiental, Pós – graduanda no IEMAC. E-mail para contato: raquelcunhash@gmail.com

Ellen Gabriele Pinto Ribeiro Graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal Rural da Amazônia; Mestrado em Ciências Florestais pela Universidade Federal Rural da Amazônia; Email: ellengpr@gmail.com

Fabíola Esquerdo de Souza Engenheira Ambiental; Pós – graduanda no IEMAC. E-mail para contato: fabiolaesquerdodesouza@gmail.com

Fernanda Vale de Sousa Graduação em andamento em Engenharia Ambiental e Energias Renováveis na Universidade Federal Rural da Amazônia. Bolsista do Laboratório de Solos na Embrapa Amazônia Oriental - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). E-mail para contato: fernandavaleap@gmail.com

Filipe Victor Portal Ribeiro Graduando em Licenciatura Plena em Ciências Naturais com habilitação em Química pela Universidade do Estado do Pará; E-mail: filipevictor10@hotmail.com

Francisco De Assis Oloveira Professor da Universidade Federal Rural da Amazônia; Graduação em Engenharia Florestal pela Faculdade de Ciências Agrárias, atual Universidade Federal Rural da Amazônia; Pós-graduado (lato sensu) em Silvicultura Tropical (1980-1981) pela Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, atual Universidade Federal Rural da Amazônia; Mestrado em Ciências Florestais pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ_USP); Doutor em Geologia e Geoquímica pela Universidade Federal do Pará; Email: fdeassis@gmail.com

Gabriela da Silva Azevedo Graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA; Grupo de pesquisa: Núcleo de Sistemas Ciberfísicos-NSCF do Diretório de Pesquisa/CNPq. Bolsista Produtividade em Pesquisa: Projetos de Iniciação Científica em Desenvolvimento e Inovação Tecnológica para Proteção e Conservação da Floresta Amazônica.

Gabriela Doce Silva Coelho de Souza Graduanda Engenharia Sanitária e Ambiental; gabriela_doce@hotmail.com.br

Gabriely Dos Santos Graduanda de Farmácia pela Universidade Federal do Pará (UFPA); Estagiou no Laboratório de Botânica – EMBRAPA Amazônia Oriental (2016-2017); Monitora voluntária de Anatomia (2016-2017)

Geovane da Silva Teixeira Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Integrante do Grupo de Estudos em Gerenciamento de Água e Reuso de Efluentes (GESA/UFPA).

Giuliana Mara Patricio De Souza Graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Lavras; Analista de Meio Ambiente - GEHSE - Gerência Geral de HSE I HSE Department Bauxita & Alumina (Hydro Paragominas, Pará, Brasil); Email: giuliana.Souza@hydro.com

Gleisson Amaral Mendes Professor da Universidade do Estado do Pará; Graduação em Tecnologia em Processamento de Dados pela Universidade da Amazônia – UNAMA; Especialista em Redes de Computadores pela Universidade da Amazônia – UNAMA; Mestrando em Engenharia Industrial pela Universidade Federal do Pará- UFPA; Grupo de pesquisa: Grupo de Estudos e Pesquisas em Sistemas de Informação e de Conhecimento (GSIC); E-mail para contato: gmendes@uepa.br

Gracialda Ferreira Da Costa Professora da Universidade Federal Rural da Amazônia; Graduação em Engenharia Florestal pela Faculdade de Ciências Agrárias, atual Universidade Federal Rural da Amazônia; Mestrado em Ciências Florestais pela Universidade Federal Rural da Amazônia; Doutorado em Botânica Tropical pelo Instituto Jardim Botânico do Rio de Janeiro; Email: gracialdaf@yahoo.com.br

Higor Ribeiro Borges Graduado no curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, da universidade Federal do Pará. Participou como bolsista voluntário das disciplinas de Sistema de Prediais Hidrossanitários, Hidráulica 1 e do Laboratório de Hidráulica . Atuou na Secretaria de Transportes (SETRANS), Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA) e na Superintendência do Sistema Penitenciário do Pará (SUSIPE) na elaboração de relatórios técnicos, orçamentos e análise de projetos hidrossanitários e saneamento urbano

Hilma Alessandra Rodrigues do Couto Analista da Embrapa Amazônia Oriental; Secretária Executiva do Comitê Local de Sustentabilidade; Graduação em Química (Bacharelado) pela Universidade Federal do Pará; Mestrado em Química pela Universidade Federal do Pará; E-mail para contato: hilma.couto@embrapa.br

Ilmarina Campos de Menezes, Possui graduação no curso de Agronomia pela Faculdade de Ciências Agrárias do Pará - FCAP, atualmente denominada como Universidade Federal Rural da Amazônia UFRA (1988), Mestrado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Pará - UFPA (1997) e Doutorado em Genética e Biologia Molecular pela Universidade Federal do Pará - UFPA (2011). Atualmente é Analista A da Embrapa Amazônia Oriental. Tem experiência na área de Agronomia, atuando principalmente nos seguintes temas: Cultura de

tecidos de Plantas e Biologia Molecular.

Indri Santos Silva Graduada em Engenharia Ambiental pela Universidade do Estado do Pará. Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade do Estado do Pará. Atualmente é analista ambiental na Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Imperatriz-MA. Têm experiência na área de Biocombustíveis, Catálise Ácida, Avaliação de Impacto Ambiental, Recursos Hídricos, Elaboração de Projetos e Licenciamento Ambiental.

Ionara Antunes Terra Professor Assistente IV da Universidade do Estado do Pará; Graduação em Farmácia Modalidade farmacêutico pela Universidade Federal de Santa Maria/RS (1994); Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Luterana do Brasil/RS (2005); Doutorado em Biologia Celular e Molecular Aplicado a Saúde pela Universidade Luterana do Brasil/RS (2016); Grupo de pesquisa: Química, Ensino de Química e Meio Ambiente/UEPA; E-mail para contato: ionaraat@gmail.com

Isabela Rodrigues Santos Graduação em andamento em Engenharia Ambiental e Energias Renováveis na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA). Já fui bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) no Laboratório de Química Ambiental da UFRA. Atualmente estagio na Diretoria de Geotecnologias da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS), obtendo experiência em sensoriamento remoto e geotecnologias, a partir da análise técnica de Cadastro Ambiental Rural (CAR). E-mail para contato: isabelarodriguests@gmail.com

Ítalo De Sousa Graduação em Engenharia Ambiental pela Universidade do Estado do Pará (UEPA); Pós-graduação (em andamento) em Geotecnologias e Recursos Naturais na Amazônia Oriental. E-mail para contato: italo.uepa@hotmail.com

Izabelle Ferreira de Oliveira Mestranda em Engenharia Civil- Universidade Federal do Pará-UFPA. Integrante do Grupo de Pesquisa de Estudo em Gerenciamento de Água e Recursos de Efluente-GESA. FAESA- Graduada em Engenharia Ambiental pela Universidade do Estado do Pará (2014).

Jone Clebson Ribeiro Mendes Possui graduação em Licenciatura em Ciências Naturais Habilitação em Biologia pela Universidade do Estado do Pará - UEPA (2011/2014). Mestrado em Ciências Biológicas, Botânica Tropical pela Universidade Federal Rural da Amazônia/Museu Paraense Emílio Goeldi (2016-2018) e Doutorando em Botânica da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE (Atualmente). Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Educação em Ciências, atuando principalmente nos seguintes temas: Ensino de Ciências e Biologia, Educação e divulgação em espaço não formal, Educação Ambiental e Meio ambiente e na área da pesquisa em Botânica, com ênfase em Taxonomia de Fanerógamos, atuando principalmente nos seguintes temas: Euphorbiaceae e Myrtaceae.

José Antônio De Castro Silva Professor da Universidade do Estado do Pará; Graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Pará (UFPA); Mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Pará (UFPA); Grupo de Estudo em Energia e processos na Amazônia (GEEPAM) E-mail para contato: antoniocastroasilva@hotmail.com

Jose Carlos Rodrigues Soares Mestrando em Ciências Florestais e Ambientais pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM) -Faculdade de Ciências Agrárias-FCA. E-mail para contato: carlosflorestal2@gmail.com

José Diogo Evangelista Reis Graduando em Licenciatura Plena em Ciências Naturais – com Habilitação em Química pela Universidade do Estado do Pará – UEPA. E-mail para contato: reis.diogo190@gmail.com

José Felipe de Almeida Graduação, Especialização e Mestrado em Física. Doutorado e Pós-Doutorado em Engenharia Elétrica e membro da Academia Paraense de Ciências. Professor da Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA. Líder do Núcleo de Sistemas Ciberfísicos-NSCF do Diretório de Pesquisa/CNPq. Desenvolve projetos voltados ao Monitoramento Ambiental e de Inovação Tecnológica para Proteção e Conservação da Floresta Amazônica.

Jôsi Mylena de Brito Santos Graduanda em Engenharia Ambiental e Energias Renováveis pela Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA). Desde 2016 estagiando na área de ciência do solo, como bolsista no Programa de Educação Tutorial em Ciência do Solo – PET Solos. No ano de 2017, participou do Projeto Acessar com enfoque em educação ambiental para pessoas com necessidades especiais. E-mail para contato: josimbsantos@gmail.com

Josiane Coutinho Vilhena Graduada em engenharia Sanitária e Ambiental, pela Universidade Federal do Pará. Atua na área de tratamento de esgoto.

Josué Veras Dias Graduação em Tecnologia de Alimentos pela Universidade do Estado do Pará – UEPA Campus VIII, Marabá – Pará. Possui experiência na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, com ênfase em Tecnologia de Alimentos. E-mail: josueveras.k@hotmail.com

Joyce Kelly do Rosário da Silva, Possui graduação no curso de Bacharelado em Química pela Universidade Federal do Pará (2002), Mestrado em Química (2006) e Doutorado em Química (2010), ambos pela Universidade Federal do Pará. No período de 2015-2016 realizou Pós-doutorado no Departamento de Química da University of Alabama in Huntsville (EUA). Atualmente é professora Adjunto III da Faculdade de Biotecnologia e dos Programas de Pós-Graduação em Biotecnologia e Química Medicinal (ICB - UFPA). Possui experiência na área de Química de Produtos Naturais, com ênfase em óleos essenciais e aromas.

Keissy Karoline Pinheiro Miranda Possui curso de graduação em Biomedicina pela Escola Superior da Amazônia (ESAMAZ). Com experiência em análises clínicas, principalmente na grande área da Microbiologia com ênfase no estudo das Arboviroses e doenças hemorrágicas. Mestranda do Programa de Pós-graduação em Virologia do Instituto Evandro Chagas (PPGV/IEC). Pós-Graduanda em Ciências Forenses - 2016 (CH- total 404 h).E-mail para contato: keissykaroline13@gmail.com

Larissa Manfredo Soares Graduanda em Engenharia Ambiental e Energias Renováveis pela Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA). Atualmente monitora das disciplinas Química Analítica e Química Aplicada, e estagiária do Laboratório de Química do Centro de Tecnologia Agropecuária (CTA). Participou de trabalhos científicos e experiência profissional no Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM), no ano de 2015 e 2016. E-mail para

contato: laris.manfredo@gmail.com

Letícia Coelho Vaz Silva Graduanda em Engenharia Ambiental e Energias Renováveis na Universidade Federal Rural da Amazônia/UFRA. Bolsista do Programa de Educação Tutorial em Ciência do Solo - PET Solos. Contato: leticiacvaz@gmail.com

Lígini Renata Reis de Almeida Graduanda do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, pela Universidade Federal do Pará, com estágio no departamento de apoio técnico da Companhia de Saneamento do Estado do Pará, atuando na área de projetos hidrossanitários. Com experiência na área de recursos hídricos, especificamente em análise de tendências fluviométricas na região hidrográfica da Calha Norte, no Estado do Pará.

Lizandra Rodrigues de Souza Graduação em Tecnologia de Alimentos pela Universidade do Estado do Pará – UEPA, Campus VIII, Marabá – Pará. Possui experiência na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, com ênfase em Tecnologia de Alimentos. E-mail: lizzrodrigues@outlook.com

Louri Klemann-Jr Professor Assistente da Universidade do Estado do Amazonas (UEA). Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Paraná Mestrado em Ecologia e Conservação pela Universidade Federal do Paraná Doutorado em Ecologia e Conservação pela Universidade Federal do Paraná

Luana Cristina Pedreira Lessa Engenheira Sanitarista e Ambiental graduada pela Universidade Federal do Pará. Atualmente membro do Laboratório Multiusuário de Tratabilidade de Águas (LAMAG), gerenciado pelo Grupo de Estudos em Gerenciamento de Águas e reuso de Efluentes (GESA/ITEC/UFPA). Atualmente atua no desenvolvimento de tecnologia para tratamento de chorume.

Luana Kelly Baltazar da Silva: Graduação em Tecnologia de Alimentos pela Universidade do Estado do Pará – UEPA (2017). E-mail: luh.baltazar2@gmail.com

Lucas Henrique Fernandes Resueno Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade do Estado do Pará. lucasresueno96@gmail.com

Lucy Anne Cardoso Lobão Gutierrez Doutorado em Geologia e Geoquímica (2010), mestrado em Engenharia Civil (2003), especialização em Hidrogeologia (1997) e graduação em Engenharia Sanitária (1997), todos pela Universidade Federal do Pará. Professora Adjunta I da Universidade do Estado do Pará.

Luiz Felipe Santiago Da Silva Graduação em Engenharia Ambiental pela Universidade do Estado do Pará (UEPA); Mestrado profissional (em progresso) em Engenharia de Processos pela Universidade Federal do Pará (UFPA); Grupo de Estudo em Energia e Processos na Amazônia (GEEPAM); E-mail para contato: felipesantiago.eng@gmail.com

Luna Leite Sidrim Graduação em andamento em Engenharia Ambiental e Energias Renováveis na Universidade Federal Rural da Amazônia. Bolsista do Laboratório de Solos na Embrapa Amazônia Oriental - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa).

E-mail para contato: lunasidrim@gmail.com

Magda Tayanne Abraão De Brito Graduação em Engenharia Ambiental pela Universidade do Estado do Pará (UEPA)

Maiconsuel da Costa Frois- Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade do Estado do Pará; maiconsuel7@gmail.com

Marcela Janaina de Souza Miranda Graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA; Grupo de pesquisa: Núcleo de Sistemas Ciberfísicos-NSCF do Diretório de Pesquisa/CNPq. Bolsista Produtividade em Pesquisa: Projetos de Iniciação Científica em Desenvolvimento e Inovação Tecnológica para Proteção e Conservação da Floresta Amazônica

Marcelo Alves Farias Graduado em Ciências Biológicas (2009) pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA - BELÉM), com registro no Conselho Regional de Biologia - 6ª Região sob o nº 103.846/AM-D. Discente do Programa de Pós-Graduação em Virologia (PPGV, 2017/2018) em nível de Mestrado do Instituto Evandro Chagas (IEC - ANANINDEUA/PA). Discente Lato Sensu em Microbiologia (2017/2018) da Escola Superior da Amazônia (ESAMAZ - BELÉM/PA). Com lotação no Laboratório de Cultura de Células da Seção de Arboviroses e Febres Hemorrágicas (SAARB), desenvolvo pesquisas na área da Biologia de Agravos por Agentes Virais na Amazônia utilizando sistemas biológicos por meio da técnica de isolamento viral em células de artrópodes e de mamíferos. Atualmente sou Docente Colaborador do setor privado da Educação Básica e Profissional, tendo experiência na área de ensino de Biologia/Ciências para discentes do Ensino Fundamental, Médio e Profissional em Instituições Educacionais da rede pública e privada; E-mail para contato: marcelo.aff@hotmail.com / marcelo.aff31@gmail.com

Maria Regina Sarkis Peixoto Joele Graduação em Química Industrial pela Universidade Federal do Pará (1987), Mestrado em Engenharia de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas (1996) e Doutorado em Ciências Agrárias pela Universidade Federal Rural da Amazônia (2011). Atualmente é Docente do Instituto Federal de Educação do Pará. Possui experiência na área de Engenharia de Alimentos, com ênfase em Tecnologia, atuando principalmente em: tecnologia de carnes e derivados, tecnologia de frutas e hortaliças, alimentos com reduzido teor de gordura, embalagem de alimentos e análises física e sensorial de alimentos. E-mail: reginajoele@hotmail.com

Marina Scarano Corrêa Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental-UFPA. Bolsista do Programa de Iniciação Científica –PIBIC. Integrante do Grupo de Estudos em Gerenciamento de Água e Reuso de Efluentes/GESA-UFPA. marina_scarano@ymail.com

Mario Marcos Moreira da Conceição Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade do Estado do Pará; mariomarcosmc.7@gmail.com

Maurício Takemura Graduado no Curso de Engenharia Civil, pela Faculdade DeVry Faci. Atuante no mercado nas áreas de Gerenciamento de obras, elaboração e planejamento orçamentário na construção civil, com experiência na área de energias renováveis. Aluno de

MBA no curso de Gestão de projetos pela Instituto Nacional de Extensão e Pós-Graduação – INEX.

Mônica Silva de Sousa Mestranda em Engenharia Civil – linha de pesquisa Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – pela Universidade Federal do Pará. Integrante do Grupo de Estudos em Gerenciamento de Água e Reuso de Efluentes (GESA/UFPA). Graduada em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Pará (2015).

Monica Trindade Abreu de Gusmão Professora da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA); Graduação em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal Rural da Amazônia; Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho; Doutorado em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho;

Naiane Machado Santos Graduanda em Engenharia Ambiental e Energias Renováveis na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA). Possui participação e diversos trabalhos publicados em eventos científicos, participação em grupo de pesquisa da universidade, experiência profissional adquirida no estágio em órgão estadual de meio ambiente. E-mail para contato: naianemachado10@gmail.com

Nathália Obando Maia Mendes Discente do curso de Engenharia Ambiental pela Universidade do Estado do Pará (UEPA); Estagiária do Programa de Gestão Ambiental da Embrapa Amazônia Oriental; E-mail para contato: mendesnat16@gmail.com

Nayara Amanda Moura Graduação em Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas pela Universidade do Estado do Pará- UEPA. E-mail para contato: nay10.santos.ns@gmail.com

Neyson Martins Mendonça Professor da Universidade Federal do Pará – UFPA. Mestre em Hidráulica e Saneamento (USP). Doutor em Engenharia Hidráulica e Saneamento (USP). Coordenador do Grupo de Estudos em Gerenciamento de Água e Reuso de Efluentes/ GESA – UFPA. neysonmm.ufpa@gmail.com

Oriel Filgueira de Lemos, Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal Rural da Amazônia(1988), mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz(1994) e Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (2003). Atualmente é Pesquisador A da Embrapa Amazônia Oriental.Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Melhoramento Genético Vegetal, atuando principalmente nos seguintes temas: Mutagênese, Seleção *in vitro*, Melhoramento genético, Cultura de tecidos, Micropropagação e Avaliação agronômica.

Orlando Maciel Rodrigues Junior, Possui graduação no curso de Agronomia pela Universidade Federal Rural da Amazônia (2017) é Bacharel em Agribusiness and Business Administration (Major: International Horticulture and Management) pelo Programa Ciências Sem Fronteiras na CAH Vilentum University of Applied Sciences, Holanda (2013) e atualmente é Mestrando no programa de Pós-graduação em Fitopatologia na Universidade Federal de

Viçosa (UFV) – MG.

Otávio André Chase Professor Adjunto da Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA. Integrante do Laboratório de Sistemas Ciberfísicos do Instituto Ciberespacial-ICIBE/UFRA. Na área de Engenharia voltada para Engenharia Ambiental, desenvolve trabalhos com aplicações em tecnologia ambiental. Integrante do Núcleo de Sistemas Ciberfísicos-NSCF do Diretório de Pesquisa/CNPq. Participa de Projetos em Desenvolvimento e Inovação Tecnológica para Proteção e Conservação da Floresta Amazônica.

Paula Danielly Belmont Coelho Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Foi integrante do Grupo de Estudos em Gerenciamento de Água e Reuso de Efluentes (GESA/UFPA). Atualmente, é estagiária da Gerência de Meio Ambiente na Companhia Docas do Pará (CDP).

Priscilla Araújo Brandão Estagiária da Embrapa Amazônia Oriental; Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade da Amazônia

Relrison da Costa Favacho Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade do Estado do Pará; relrisoneng@gmail.com

Renata de Almeida Palheta Graduação em andamento de Engenharia Florestal pela Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA);

Richard Pinheiro Rodrigues Graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal Rural da Amazônia; Mestrado em Ciências Florestais pela Universidade Federal Rural da Amazônia; Email: richard.rodrigues22@hotmail.com

Rita de Cassia Monteiro de Moraes Professora da Universidade Federal do Pará; Graduada na FACL - Faculdade Ideal; Mestra em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pará

Rita de Cássia Pereira dos Santos Graduação em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA; Mestrado em Botânica Tropical pela Universidade Federal Rural da Amazônia/Museu Paraense Emílio Goeldi – UFRA e Doutorado em Ciências Agrárias com Área de Concentração em Agroecossistemas da Amazônia e linha de pesquisa em Recursos naturais e biodiversidade pela Universidade Federal Rural da Amazônia/ Embrapa Amazônia Oriental – UFRA. E-mail para contato: rcassiaps@hotmail.com

Roberta Souza de Moura Graduanda em Agronomia pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia-ICET.

Rodolfo Pereira Brito Graduado em Engenharia Ambiental pela Universidade do Estado do Pará. Doutorando em Engenharia do Ambiente pela Universidade do Porto. Atualmente é Professor da Universidade do Estado do Pará e também atua como Coordenador da Especialização em Gestão e Direito Ambiental da UEPA no município de Paragominas. Desenvolve atividades de ensino, pesquisa e consultoria nas áreas de Planejamento e Gestão Ambiental, Alternativas Energéticas, Gestão de Recursos Naturais, Direito Ambiental, Educação Ambiental e Avaliação de Impactos Ambientais.

Ronaldo dos Santos Barbosa Professor Assistente II do curso de Geografia da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL) Campus Imperatriz. Possui graduação em Geografia pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). Mestrado em Geografia pela Universidade Federal de Goiás (UFG) e Doutorado em Geografia pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). É Vice-Líder do Grupo de Pesquisa: Dinâmica Ambiental, Educacional e Econômica (DAEE-UEMA), atuando na linha de pesquisa: Planejamento Ambiental e Gestão de Recursos Hídricos. Membro do Grupo de Pesquisa Socioeconômica do Maranhão (GPS-UEMASUL), atuando na linha de pesquisa: Linguagem Cartográfica e Educação Geográfica. E-mail: ronaldobarbosa12@gmail.com

Ronilson Freitas de Souza Professor do Departamento de Ciências Naturais da Universidade do Estado do Pará (UEPA). Possui Graduação em Licenciatura Plena em Química pela Universidade Federal do Pará (UFPA); Mestrado e doutorado em Química Orgânica pelo PPGQ da Universidade Federal do Pará (UFPA). Faz parte do Grupo de Pesquisa em Química, Ensino de Química e Meio Ambiente, vinculado a Universidade do Estado do Pará. Tem experiência na área de Química, com ênfase em Química dos Produtos Naturais, Química dos alimentos, atividade biológicas (antifúngica, antioxidante, carrapaticida, bioerbicida) e Ensino de ciências e química (elaboração e análise de objetos de aprendizagem, Tecnologia Aplicada ao Ensino de Ciência, Educação ambiental). E-mail para contato: ronilson@uepa.br

Rosa Maria da Luz Mendes Engenheira Ambiental e de Energias Renováveis pela Universidade Federal Rural da Amazônia (2014). Especialista em Gestão ambiental pela Universidade Federal do Pará (2015). Mestre em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais pela Universidade Federal Rural da Amazônia (2017). Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Área de concentração em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental atuando no estudo dos poluentes emergentes no sistema de abastecimento da Região Metropolitana de Belém no Grupo de Estudos em Gerenciamento de Águas e Reuso de Efluentes (GESA/ITEC/UFPA).

Rosana Silva Corpes, Possui graduação no curso de Agronomia pela Universidade Federal Rural da Amazônia (2012). Mestrado em Biotecnologia pela Universidade Federal do Pará (2015) e curso de Aperfeiçoamento voltado para Políticas Públicas Educacionais na Universidade Federal do Pará (2016). Atualmente é Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Biotecnologia pela Universidade Federal do Pará. Possui experiência na Área de Agronomia com ênfase em fitotecnia e fitopatologia. Também possui experiência na área de Biotecnologia com ênfase em Cultura de Tecidos e células vegetais, abordando em seu campo de atuação temáticas voltadas para Química de plantas, isolamento de microrganismos bem como a Biotecnologia de recursos naturais aplicada à saúde.

Rosiene Silva Corpes, Graduada no Curso de Licenciatura em Pedagogia pela Universidade Federal do Pará - UFPA (2014). Possui Especialização em Enfrentamento a Violência Contra Crianças e Adolescentes “Escola Que Protege” - UFPA (2015). Possui Curso de Aperfeiçoamento voltado para Políticas Públicas Educacionais - UFPA (2016). Participou também como tutora no Curso de Extensão em Educação Ambiental: Escolas Sustentáveis e Com-Vidas (2015) - Grupo de Estudos em Educação, Cultura e Meio Ambiente (GEAM – UFPA).

Rubia Pereira Ribeiro Graduanda em Engenharia florestal pela Universidade do Estado do

Sarah Adrielle Nascimento Souza Graduada em Nutrição pela Universidade Federal do Tocantins – UFT. E-mail para contato: sarahsouza.sa@gmail.com

Sebastião Ribeiro Xavier Júnior Biólogo (Universidade Federal do Pará - UFPA) com especialização em Perícia e Avaliação de Impactos Ambientais pelo Instituto de Estudos Superiores da Amazônia - IESAM (2010). Professor da Rede Estadual de Ensino (SEDUC-PARÁ) e Analista B da EMBRAPA Amazônia Oriental. Supervisor do Laboratório de Botânica, responsável pela Curadoria das Coleções Vegetais Associadas (Tipos Nomenclaturais, Frutos, Sementes, Flores e Plântulas) e Co-responsável pela base de dados do Herbário IAN (Embrapa Amazônia Oriental). Atuando principalmente nos seguintes temas: Botânica Tropical, Ecologia Vegetal, Coleções Vegetais e Bioinformática.

Silvane Tavares Rodrigues Possui graduação em Licenciatura Plena Em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Pará (1990) e Mestrado em Criptógamos pela Universidade Federal de Pernambuco (1994). Atualmente é pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Tem experiência na área de Botânica, com ênfase em Taxonomia de Criptógamos, atuando principalmente nos seguintes temas: Amazônia, taxonomia, ecologia, herbário e etnobotânica

Sirlene Maria Paixão da Silva Graduada em engenharia Sanitaria e Ambiental pela Universidade Federal do Pará, possui o curso de Técnica em Edificações pelo Instituto Federal do Pará, atualmente atua na empresa S.M.P. da S Fayal, responsável por reforma e reparos de pequenas obras prediais.

Sofia Rocha Nascimento Louchard Graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA; Grupo de pesquisa: Núcleo de Sistemas Ciberfísicos-NSCF do Diretório de Pesquisa/CNPq. Bolsista Produtividade em Pesquisa: Projetos de Iniciação Científica em Desenvolvimento e Inovação Tecnológica para Proteção e Conservação da Floresta Amazônica

Solange dos Santos Costa Geóloga; Doutora em Geociências, com ênfase em Sensoriamento Remoto. Gerente Substituta do Centro Regional de Manaus do Sistema de Proteção da Amazônia; E-mail para contato: solange.costa@sipam.gov.br

Soraia De Fátima Da Cruz Oliveira Graduação em Geografia pela Universidade Federal do Pará e em Engenharia Cartográfica pela Universidade Federal Rural da Amazônia. Especialização em Gestão Ambiental pela Instituto de Ensino superior da Amazônia

Suezilde da Conceição Amaral Ribeiro Graduada em Engenharia Química pela Universidade Federal do Pará. Mestre em Engenharia de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas. Doutorado em Engenharia de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas. Atualmente é Diretora de extensão e relações interinstitucionais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, professora D4 do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará-Campus Castanhal atuando nos cursos de Mestrado Profissional em Desenvolvimento Rural e Gestão de Empreendimentos Agroalimentares, cursos de graduação em Aquicultura e Agronomia

e dos cursos técnicos em Agroindústria e Meio Ambiente. É Professora Adjunta da Universidade do Estado do Pará nos cursos de mestrado acadêmico em Ciências Ambientais e graduação em Tecnologia de Alimentos. É Professora Colaboradora da Universidade Federal do Pará no curso de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Tem experiência na área de Engenharia, Ciência e Tecnologia de Alimentos, atuando na área de Engenharia de Processos, Análise e Controle de Processos, Tecnologia de carnes e pescados, Desenvolvimento rural e Gestão de Empreendimentos agroalimentares.

Tainah Kaylla dos Santos Aquino Graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA; Grupo de pesquisa: Núcleo de Sistemas Ciberfísicos-NSCF do Diretório de Pesquisa/CNPq; Bolsista Produtividade em Pesquisa: Projetos de Iniciação Científica em Desenvolvimento e Inovação Tecnológica para Proteção e Conservação da Floresta Amazônica. E-mail para contato: aquinotainah@gmail.com

Tales Vinicius Marinho de Araújo Graduação em Ciências: Biologia e Química pela Universidade Federal do Amazonas – UFAM e Mestrando em Ciências e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Pará – UFPA. E-mail para contato: talesrevue@hotmail.com

Thiago Sena Dantas de Oliveira Técnico da Embrapa Amazônia Oriental; Membro do Comitê Local de Sustentabilidade; Graduação em Direito pela Universidade da Amazônia;

Vitor Mateus de Carvalho Moraes Graduação em andamento de Engenharia Florestal pela Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA);

Walmer Bruno Rocha Martins Graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal Rural da Amazônia; Mestrado em Ciências Florestais pela Universidade Federal Rural da Amazônia; Doutorado em Ciências Florestais pela Universidade Federal Rural da Amazônia; Email: walmerbruno@yahoo.com.br; walmerbruno@gmail.com

Washington Olegário Vieira Graduação em andamento de Engenharia Florestal pela Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA);

Williams Carlos Leal da Costa Graduando em Licenciatura Plena em Ciências Naturais – com Habilitação em Química pela Universidade do Estado do Pará – UEPA. E-mail para contato: carlossoure2010@gmail.com

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-85107-06-2



9 788585 107062