

MEIO AMBIENTE  
SUSTENTABILIDADE  
&  
TECNOLOGIA



(Organizador)  
José Henrique Porto Silveira



  
Editora Poisson

15

Organizador  
José Henrique Porto Silveira

# Meio Ambiente, Sustentabilidade e Tecnologia Volume 15

1ª Edição

Belo Horizonte  
Editora Poisson  
2023

**Editor Chefe:** Dr. Darly Fernando Andrade

**Conselho Editorial**

Dr. Antônio Artur de Souza – Universidade Federal de Minas Gerais  
Ms. Davilson Eduardo Andrade

Dra. Elizângela de Jesus Oliveira – Universidade Federal do Amazonas  
MSc. Fabiane dos Santos

Dr. José Eduardo Ferreira Lopes – Universidade Federal de Uberlândia  
Dr. Otaviano Francisco Neves – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

Dr. Luiz Cláudio de Lima – Universidade FUMEC

Dr. Nelson Ferreira Filho – Faculdades Kennedy

Ms. Valdiney Alves de Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

M514

Meio Ambiente, sustentabilidade e tecnologia  
- Volume 15/ Organização: José Henrique  
Porto Silveira - Belo Horizonte - MG:  
Editora Poisson, 2023

Formato: PDF

ISBN: 978-65-5866-276-1

DOI: 10.36229/978-65-5866-276-1

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

1. Meio ambiente 2. Gestão. 3. Tecnologia  
I. SILVEIRA, José Henrique Porto II. Título

CDD-333.72

Sônia Márcia Soares de Moura - CRB 6/1896



O conteúdo deste livro está licenciado sob a Licença de Atribuição Creative Commons 4.0.

Com ela é permitido compartilhar o livro, devendo ser dado o devido crédito, não podendo ser utilizado para fins comerciais e nem ser alterada.

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

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

[contato@poisson.com.br](mailto:contato@poisson.com.br)

# SUMÁRIO

**Capítulo 1:** Educação Básica e Sociedade: A importância da Educação Ambiental no Ensino Básico e Tecnológico na rede pública estadual no município de Belém-PA..... 07

Roberto Carlos Figueiredo, Graciete da Silva Figueiredo, Leandro de Sousa Rocha, Gracielly da Silva Figueiredo, Joel Silva e Souza, Geziania Silva Soares, Priscila do Socorro dos Santos Gomes

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-276-1.CAP.01

**Capítulo 2:** Educação Ambiental: Reuso de materiais alternativos como ação sustentável em uma instituição de ensino fundamental em São Luís..... 19

Jhovanna Teixeira Reis, Osmar Luis Silva Vasconcelos, Roberta Almeida Muniz, Ellen Cristine Nogueira Nojosa, Georgiana Eurides de Carvalho Marques, Djanira Rubim dos Santos, José Ghabriel de Pinho Soares, Kathlen Haryf dos Santos Nunes

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-276-1.CAP.02

**Capítulo 3:** Critérios técnicos para a conversão das multas ambientais e sua maior efetividade..... 25

Érico Gama Torres, Frederico José Gervasio Aburachid, Patrícia Helena Gambogi Boson

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-276-1.CAP.03

**Capítulo 4:** A Agricultura Urbana como instrumento para implementação da Agenda 2030 da ONU no Brasil..... 36

Enaira Liany Bezerra dos Santos, Elís Regina Costa de Moraes, Zildenice Matias Guedes Maia, Ocimara Fernandes Negreiros Oliveira, Lenilton Alex de Araújo Oliveira, Maria Rosângela Araújo Soares

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-276-1.CAP.04

**Capítulo 5:** Trilhas Agroecológicas: Saberes populares e produção sustentável..... 46

Jardiel Gaia da Hora, Ariadne Enes Rocha, Ana Maria Aquino dos Anjos Ottati, Itaan de Jesus Pastor Santos

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-276-1.CAP.05

**Capítulo 6:** Sem abelhas, sem alimento: Sensibilização acerca da importância das abelhas e da apicultura na comunidade escolar de Currais Novos/RN ..... 73

Érick Dantas Bernardo, Laiane Fernandes da Silva, Laira Fernandes da Silva, Letícia Cristina Rodrigues de Medeiros, Maria Júlia Costa de Oliveira, Saint Clair Lira Santos

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-276-1.CAP.06

**Capítulo 7:** Impactos socioambientais no processo de urbanização em São Domingos do Araguaia-PA..... 80

Valtey Martins de Souza, Luiz de Oliveira Silva, Andréa Hentz de Mello, Nilene Ferreira Cardoso Souza

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-276-1.CAP.07

# SUMÁRIO

**Capítulo 8:** Análise histórica das praças públicas de Ponta Grossa-PR ..... 96

Beatriz Küller Negri

DOI: 10.36229/978-65-5866-276-1.CAP.08

**Capítulo 9:** Impactos socioeconômicos de rodovias em municípios limieiros ..... 110

Alzair Eduardo Pontes, Fernanda Garcia Masquetto Contin, Gabriel Augusto Amaral Teixeira, Alessandra Teles de Almeida

DOI: 10.36229/978-65-5866-276-1.CAP.09

**Capítulo 10:** Investigação experimental do aproveitamento de borracha de pneus inservíveis na confecção de concreto para fins estruturais e não estruturais ..... 119

Fabrcia Nunes de Jesus, Heliardo Antônio de Freitas Silva

DOI: 10.36229/978-65-5866-276-1.CAP.10

**Capítulo 11:** Método de taxonomia das paisagens para uso no planejamento ambiental ..... 140

Patrícia dos Santos Matta, Carolina Dias Lelacher, Tatiana Santos da Cunha, Tetyana Gurova, Raphael do Couto Pereira, Cleber Vinicius Akita Vitorio, Josimar Ribeiro de Almeida

DOI: 10.36229/978-65-5866-276-1.CAP.11

**Capítulo 12:** Diagnóstico ambiental de propriedades rurais produtoras de leite do município de Cândido Godói – RS ..... 146

Gabriela Matte de Oliveira, Suzimary Specht, Claudia Maria Prudêncio De Mera

DOI: 10.36229/978-65-5866-276-1.CAP.12

**Capítulo 13:** Gestão sustentável das águas e do saneamento: Apontamentos para o estado de Sergipe..... 163

Davi Nascimento dos Santos, Fábio Alves dos Santos, Fernando Rodrigues da Rocha Júnior, Filipe Latta, Juliana Santana Felipe, Ítallo Romany Nunes Menezes, Michelle Silva Menezes, Suzyanne Morais Firmino de Melo, Silvânio Silvério Lopes da Costa

DOI: 10.36229/978-65-5866-276-1.CAP.13

**Capítulo 14:** Comparação entre dois modelos de Redes Neurais Artificiais desenvolvidas para simular a autodepuração de um rio ..... 188

Antônio Carlos Gimenes Junior, Lotário Fank, Marivone Zanella Fank, Fernando Schütz, André Sandmann, Fabiana Costa Araujo Schütz

DOI: 10.36229/978-65-5866-276-1.CAP.14

# SUMÁRIO

**Capítulo 15:** Uma abordagem sobre: Vigor das plantas como meio de defesa ..... 197

Dirceu Pratisoli, Aixelhe Pacheco Damascena, Anderson Mathias Holtz, Ulysses Rodrigues Vianna

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-276-1.CAP.15

**Capítulo 16:** Reaproveitamento do pó do granito na plantação da alface *simpson* em forma de rochagem..... 210

Gerliana Silvestre de Souto, Carlos César de Araújo, Jacques Lucas de França Azevedo, Maria Carolina Albuquerque Feitosa Amador

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-276-1.CAP.16

**Capítulo 17:** Crescimento de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong colonizadas por fungos micorrízicos arbusculares sob diferentes níveis de fósforo .. 214

Thaís Nascimento Meneses, Hercules Rosário Santos, Andrea Verônica Gobbi Barbosa, Robério Anastácio Ferreira, Pedro Roberto Almeida Viégas, Regina Helena Marino

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-276-1.CAP.17

**Capítulo 18:** Utilização do sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) como alternativa de biomassa para produção de biodiesel e etanol de primeira e segunda geração..... 229

Alexandre de Matos Martins, Alexandre Soares dos Santos, Filipe Soares de Freitas

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-276-1.CAP.18

**Autores** ..... 243

# Capítulo 1

## *Educação Básica e Sociedade: A importância da Educação Ambiental no Ensino Básico e Tecnológico na rede pública estadual no município de Belém-PA*

*Roberto Carlos Figueiredo*

*Graciete da Silva Figueiredo*

*Leandro de Sousa Rocha*

*Gracielly da Silva Figueiredo*

*Joel Silva e Souza*

*Geziania Silva Soares*

*Priscila do Socorro dos Santos Gomes*

**Resumo:** A educação ambiental (EA) vem sendo discutida mundialmente desde uma conferência intergovernamental na Suécia em 1972, e até hoje se tornou um tema recorrente no debate acadêmico devido aos graves desastres ambientais ocorridos na sociedade, onde por meio da educação na rede básica de ensino com a proposta de atividades curriculares da relacionadas a meio ambiente desenvolvidas na Escola ensino básico e tecnológico na rede pública estadual no município de Belém-PA, Busca formas de conscientização e ensinar o processo de sustentabilidade. Desse modo, este artigo apresenta o tema Educação Básica e Sociedade: A Importância da Educação Ambiental no Ensino Básico e Técnico na rede Pública Estadual no Município de Belém-PA, descrevendo o papel vital das escolas em instruir os alunos na proteção do meio ambiente por meio de disciplinas relacionadas ao ambiente, assim como propostas de projetos na comunidade para praticar cidadania e sustentabilidade. A pesquisa mostra que a prática da educação ambiental em ambientes escolares é necessária, enfatizando a importância desse tema na educação básica para capacitar os alunos a se tornarem cidadãos críticos e reflexivos, contribuindo para a melhoria de atividades sustentáveis na sociedade que se relacionam aos recursos naturais. Dessa forma, a EA desperta nos alunos a consciência de conservação, cidadania e desenvolvimento sustentável. Para tanto, o ser humano deve conhecer, compreender, amar e proteger o meio ambiente, desse modo, pode-se compreender que o futuro depende do equilíbrio entre o homem e a natureza e do uso racional dos recursos naturais. Portanto, os educadores devem sensibilizar os alunos e dotá-los de competências para lidar com contextos escolares e comunitários.

**Palavras-chaves:** Educação Básica; Sociedade; Escola; Educação Ambiental.

## 1. INTRODUÇÃO

A educação ambiental no ensino fundamental representa um grande avanço para as gerações futuras, pois os educadores realizam trabalhos teóricos e práticos em âmbito escolar e não escolar para conscientizar as crianças sobre a temática de preservação do meio ambiente e da interação homem-natureza. As crianças representam a formação das gerações futuras e, por se encontrarem em uma fase de desenvolvimento cognitivo, hipotetiza-se que a consciência ambiental pode ser internalizada e traduzida nelas com mais sucesso do que os adultos, pois ainda estão formando hábitos e comportamentos (FERREIRA et al., 2015, p. 46).

Segundo Fonseca (2007) os professores de suas turmas têm papel fundamental para multiplicar a importância do desenvolvimento sustentável para a humanidade, para que todos os países que discutem os problemas ambientais alcancem os ideais que resultam da mudança de hábitos e do ensino. Vários estudos sobre o tema têm mostrado que a educação relacionada ao meio natural proporciona benefícios cognitivos, modifica valores e ajuda a aumentar a consciência social, coletiva e individual em todo o país.

Na legislação federal, pode-se observar que as leis de educação ambiental no Brasil desenvolveram-se nos últimos anos em consonância com as diretrizes mundiais. Nesse sentido, o Ministério da Educação (MEC) criou diversos programas como o Programa Dinheiro Direto na Escola (PDDE) e o Programa Escolas Sustentáveis, que contribuíram com as mudanças mais importantes nos aspectos de EA do ensino básico e tecnológico na rede estadual do município de Belém-PA.

Segundo Figueiró (2015), a definição da temática ambiental na educação tem sido reforçada mundialmente por meio das conferências da Organização das Nações Unidas (ONU) para a Educação e o Desenvolvimento Sustentável (2005-2014); e nacionalmente em 2012 com a introdução da EA nos currículos das escolas do MEC. Desde então, foram definidos os parâmetros para que a educação ambiental pertença a todos os níveis de ensino, desde a educação infantil, ensino fundamental, ginásio até o ensino superior.

A Comissão de Ambiente e Qualidade de Vida Escolar (COM-VIDA), instituída em 2012, baseada nas conferências infanto-juvenis organizadas pelo Ministério da Educação, e o Programa Escolas Sustentáveis, são considerados importantes para fortalecer a política educativa. Segundo Grohe (2015), o programa de escolas sustentáveis estimula a reflexão e prioriza o diálogo entre ciência, cultura e saberes locais e oferece uma gestão democrática da escola com a comunidade escolar.

Com base em informações de artigos, dissertações e teses, esta pesquisa mostra a importância da implantação de programas voltados para educação ambiental nas escolas públicas. E, finalmente, são apresentados dois modelos de escola que foram reconhecidos publicamente como exemplos bem-sucedidos de escolas sustentáveis. A ideia é que esses exemplos possam ser inspiradores e contribuir para a implementação da educação ambiental em todos os lugares e de forma holística em todas as escolas do Brasil. (MEDEIROS et al., 2011).

As atividades extracurriculares são regulamentadas no documento oficial das Base Nacional Comum Curricular para proporcionar novas oportunidades de aprendizado e experiência por meio de atividades práticas de acordo com as diretrizes gerais. Porém, na prática é difícil conciliar a implementação do desenvolvimento de matrizes curriculares ampliadas no campo da educação ambiental, que se configura como um problema real que ameaça a qualidade do ensino nas escolas públicas. O que faz pensar como a educação



ambiental é praticada na Escola ensino básico e tecnológico na rede pública estadual no município de Belém-PA, e como ela organiza os currículos relacionados a esse assunto.

Com o passar do tempo, o processo educacional no Brasil tornou-se uma crise temporária na sociedade. Assim, a crise ambiental é causada e agravada pelo desconhecimento das leis naturais do meio ambiente, o que exige novos modelos e concepções de comportamento, sobretudo uma nova postura nas relações socioambientais. O objetivo principal desta pesquisa é analisar a importância da educação ambiental na educação básica por meio do desenvolvimento de atividades curriculares e como objetivos específicos: promover a integração de professores e alunos na educação ambiental nas escolas por meio da educação ambiental, para que se tornem representantes na temática de educação ambiental na comunidade escolar. Desse modo, o presente levantamento visa identificar as práticas curriculares da Estadual ensino básico e tecnológico na rede pública estadual no município de Belém-PA, que se voltem para educação ambiental e para o desenvolvimento de conhecimento de sustentabilidade e cidadania por meio da multidisciplinaridade aplicada na realidade social da comunidade escolar por projetos de extensão que atendem às necessidades sociais da comunidade escolar através da implementação de educação ambiental, sustentabilidade e ação cívica. (SANTOS; GARDONIN, 2015).

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

A educação ambiental (EA) surgiu da necessidade de complementar a educação formal com outros aspectos, como novos valores, habilidades, conhecimentos, responsabilidade para promover relações éticas entre pessoas, organismos e a vida na terra.

No entanto, um grande tema que tem sido falado é a poluição ambiental provocada pelo homem, que é uma das preocupações sociais, por isso pode ser um dos fatores mais importantes a serem estudados na escola, pois está relacionado ao futuro das escolas, das pessoas e a existência do planeta. “A Educação ambiental é uma disciplina bem estabelecida que enfatiza a relação dos homens com o ambiente natural, as formas de conservá-lo, preservá-lo e de administrar seus recursos adequadamente” (UNESCO, 2005).

Assim, a inclusão da EA na escola pode preparar o indivíduo e a comunidade para o exercício do senso de cidadania, o que possibilita a participação efetiva nos processos sociais, culturais, políticos e econômicos relacionados à proteção do meio ambiente destruído pelo homem. O início do processo de conscientização exigido pelo meio ambiente é entender e refletir as condições básicas da convivência humana. Dentro dos parâmetros do Currículo Nacional, a EA tem muito a oferecer em termos de construção de relações e intercâmbio entre diferentes disciplinas (SOUZA; POVOLUK, 2010).

O objetivo da educação ambiental é garantir que o futuro da Terra esteja em equilíbrio com a natureza. Um dos princípios de sua política nacional é o pluralismo de ideias e concepções pedagógicas na perspectiva da interdisciplinaridade. Essa lei estabelece que o trabalho do EAS não é feito na forma de um departamento específico, mas examina o currículo dos departamentos. A estratégia metodológica deve ter uma perspectiva abrangente, o que tem se mostrado um desafio para as escolas adequarem seus currículos à ET, como é o caso da escola pública “ensino básico e tecnológico na rede pública estadual no município de Belém-PA,” que está envolvida em projetos socioambientais dentro e

fora da escola, visando promover a conscientização ambiental de professores, alunos, servidores e comunidade com projetos de extensão (FERREIRA, et al., 2013).

Dessa forma, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) enfatizam aos professores a importância do trabalho com a EA como forma de mudança de consciência das pessoas e forma de integrar diferentes áreas do conhecimento. No entanto, a realidade em nosso país é diferente do que a lei prescreve. O tema ambiental é tratado em muitas instituições de ensino nas áreas de geografia e ciências, embora na verdade deve ser tratado em todas as disciplinas ministradas em sala de aula. O caráter integrador do meio ambiente continua sendo uma teoria que ancora a percepção antropocêntrica de grande parte da sociedade ‘o homem não faz parte do meio ambiente, ele está fora dele’, muitas vezes se considera superior (BRASIL, 1998).

No Brasil, a Constituição Federal de 1988 estabeleceu, pela primeira vez na história do país, um capítulo sobre o meio ambiente, segundo o qual ele é essencial ao interesse comum do povo e à qualidade de vida da sociedade. Responsabilidade da comunidade de preservá-lo para as gerações presentes e futuras. Em 1992, ocorreu no Rio de Janeiro a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, também conhecida como Rio-92. Durante a Conferência foi elaborado um documento chamado “Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global”. Neste documento ficou estabelecido que a educação ambiental deve ter como base o pensamento crítico reflexivo e inovador, nos ambientes formal, não formal e informal, promovendo a transformação da construção da sociedade (SILVA, et al, 2015).

“A Educação Ambiental ajudar a desenvolver uma consciência ética sobre todas as formas de vida com as quais o ser humano compartilha neste planeta, respeitando seus ciclos vitais e impondo limites à exploração dessas formas de vida pelos seres humanos” (SILVA et al., 2015 p. 55).

Em 1992, o Ministério do Meio Ambiente, Educação, Cultura e Ciência e Tecnologia instituiu o PRONEA - Programa Nacional de Educação Ambiental. E o IBAMA, responsável pela execução de suas decisões e pela implementação da política ambiental nacional, elaborou diretrizes para a implementação do PRONEA. Assim, incluiu o processo de gestão ambiental e educação ambiental, razão pela qual está presente em quase todos os ramos de atividade (IBAMA, 1998). Em 1997, o Ministério da Educação elaborou uma nova proposta curricular denominada Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN, onde o meio ambiente passa a ser tema central da educação básica (BRASIL, 1997).

Desse modo, em abril de 1999, a Lei nº 9.795/99 reconheceu a importância da educação ambiental e formalizou como parte essencial e permanente de qualquer processo educacional. Essa Lei teve como base o Artigo 225, Título VI, da Constituição Federal de 1988. De acordo com essa lei, a EA deve ser realizada dentro e fora da escola, mas não deve ser apenas uma disciplina, pois perde seu caráter multidisciplinar. De acordo com especialistas da área, “Uma relação harmônica e ética do homem com o seu ambiente, tendo a conservação e melhoria das condições ambientais como tema, pode ser desenvolvida desde a infância até a fase adulta através da educação formal e informal” (GOHN, 2006). Portanto, a prática da EA deve ser estimulada desde a infância.

## 2.1. ENSINO AMBIENTAL NAS SÉRIES INICIAIS

O ambiente escolar é um dos primeiros passos para a consciência ambiental dos futuros cidadãos, daí a importância da multidisciplinaridade na relação do homem com a natureza. A EA na educação infantil pode ser uma forma de fazer com que os alunos sintam que possuem uma relação mais saudável com a natureza. Esse conteúdo curricular foi inserido na educação básica e seus professores muitas vezes deveriam tratá-lo na escola por ser uma disciplina contínua, pois é para onde a escola direciona os futuros cidadãos, ou seja, é mais fácil para as crianças estudarem e aprenderem, desse modo, elas passam a pensar melhor sobre os problemas ambientais causados pelas atividades humanas na natureza em suas comunidades (SOUZA E POLALUK, 2010).

A apresentação de temas ambientais no ensino primário deveria se fazer com ênfase em uma perspectiva de educação geral, dentro do marco, por exemplo, das atividades de iniciação e junto. A escola foi um dos primeiros espaços a absorver esse processo de ambientalização da sociedade, recebendo a sua cota de responsabilidade para melhorar a qualidade de vida da população, por meio de informação e sensibilização (SOUZA E POLALUK, 2010, P. 21).

Para a sensibilização de um grupo, primeiro é preciso delimitar o que se quer e o que se deseja alcançar. Para que o interesse desperte no aluno, é necessário que o educador utilize a “bagagem de conhecimentos adquirido pelos alunos no seu ambiente social”, Freire (1987), assim, é levado a perceber que os problemas ambientais estão atrelados e envolve a vida de todos os indivíduos, sendo mais importante do que as pessoas imaginam. Em seguida, explicar que os impactos ambientais existentes no mundo, atinge todos os seres vivos, por causa das atitudes de alguns que pensam que somente eles não adiantam tentar preservar o planeta. A partir do momento em que o indivíduo percebe a existência de um todo, deixa de lado a existência única e começa a notar a presença do outro, o planeta vai caminhar para o equilíbrio natural.

Portanto, entende-se que a educação ambiental é condição necessária para mudar a imagem deteriorada do meio social, mas não é suficiente, pois torna-se mais uma ferramenta para auxiliar a forma humana para que possa compreender a realidade atual e focar-se no conceito de proteção ambiental (GODINHO, 2009).

A EA não precisa se limitar à sala de aula, mas também pode existir em programas extensivos, ambientes domésticos, de trabalho e comunidades, permitindo que as pessoas percebam, entendam e compreendam a vida em relação à natureza. Deve compreender o contexto social em que cada indivíduo se desenvolve, bem como seus deveres e responsabilidades devem ser superados por meio da educação, que pode ser uma ferramenta importante no desenvolvimento do meio. No entanto, mais pesquisas são necessárias sobre essas novas perspectivas, especialmente em escolas que ensinam às crianças a importância de proteger o meio ambiente por meio de programas sociais e ambientais para as gerações atuais e futuras.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

A presente pesquisa é um estudo qualitativo e exploratório descritivo, que segundo Gil (2008) consiste em estudos bibliográficos baseados em material pesquisado por outros autores por meio da expertise de pesquisas de artigos, monografias, periódicos e sites. Os termos de busca do material de pesquisa são os seguintes: educação básica e sociedade; educação ambiental e cidadania.

A coleta foi realizada em materiais impressos e meios eletrônicos, na Biblioteca Virtual de educação (BVE) e Acervos Bibliográficos. Nos anos 2006-2016, uma série histórica de 10 anos, como resultado, surgiram 5 artigos relacionados ao assunto. As fontes que sustentam este estudo são obtidas de trabalhos nas seguintes bases de dados: Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), Scientific Electronic Library Online (SCIELO), Biblioteca Virtual em Saúde (BIREME) e outros autores publicados em diversas revistas científicas. Revistas de educação e saúde com foco na Educação Infantil e Sociedade: educação e formação ambiental para a cidadania e o desenvolvimento sustentável. O tratamento do material ocorreu de forma qualitativa, com a interpretação dos apontamentos feitos pelos especialistas sobre o assunto em questão, buscando atingir os objetivos destacados.

### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A importância da educação ambiental na educação básica a partir das informações científicas e da análise dos artigos estudados, constatou-se que a educação ambiental está diretamente relacionada às práticas pedagógicas entre os temas recorrentes, e este trabalho requer incentivo para que o acadêmico não desista de seus objetivos. Assim, os professores da escola " ensino básico e tecnológico na rede pública estadual no município de Belém-pa" devem ter habilidade e experiência para trabalhar com projetos sociais nas escolas e no ambiente extracurricular por meio de projetos de extensão de educação ambiental onde os alunos desenvolvam suas práticas.

Examinando os artigos pesquisados, percebe-se que os professores apresentam bons resultados em tornar a aprendizagem dos alunos pautada nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), o que reforça a visão dos professores sobre a importância do trabalho de EA como ferramenta de mudança e transformação conscientização dos indivíduos, que é uma forma de integrar diferentes áreas do conhecimento.

Foram encontrados 20 artigos sobre este tema para desenvolver esta pesquisa. Após a revisão, com base nos critérios de inclusão e exclusão das edições dos anos anteriores, foram produzidas 15 produções. Após criterioso exame e minuciosa revisão do conteúdo dos textos, 10 artigos foram rejeitados por não serem condizentes com o tema e por constarem em duas bases de publicação, assim foram classificados um total de 05 artigos escritos, parte da revisão da literatura de acordo com os tópicos estabelecidos.

Os autores utilizados para formular e discutir a questão de pesquisa estão listados no quadro 01 abaixo com os seguintes critérios: fonte de dados/ano de publicação (ordem cronológica), título do artigo, autores, periódico/idioma, tema, objetivo e aspectos.

**Quadro 01.** Caracterização dos artigos sobre EA nas Escolas do Ensino Básico

FONTE DE DADOS E ANO PUBLICAÇÃO	TÍTULO	AUTOR	TIPO/ IDIOMA	OBJETIVOS/CONSIDERAÇÕES
Revista Brasileira de Educação e Cultura Centro de Ensino Superior de São Gotardo (2015)	Importância da Educação Ambiental no Ensino Fundamental	FERREIRA, J. E.; PEREIRA, S. G.; BORGES, D. C. S.	Periódico/ Português/ Inglês	Preparar a sociedade para compreender a dimensão do meio ambiente, entendendo a relação entre o homem e a natureza. O educador tem um papel importante para a formação crítica do aluno para que possa entender a importância da preservação, mesmo a educação ambiental sendo, um tema transversal; o que foi verificado nos PCN's é preciso que o educador trabalhe e multiplique essa ideia. Por fim, percebe-se que no contexto escolar, principalmente no ensino fundamental, é preciso promover ações com o intuito de educar para a preservação do ambiente, onde haja ações e práticas educativas em defesa do meio ambiente.
UNITER (2015)	A Importância da Educação Ambiental nas escolas para a construção de uma sociedade sustentável	SANTOS, S. P.; GARDOLINSKI, M. T. H. A.	Artigo/ Português/ Inglês	Analisar a legislação brasileira acerca de educação ambiental e a sua implantação no país. As escolas reconhecidas como transformadoras, com o propósito de que sirvam de inspiração a educadores e governantes para a incorporação da educação ambiental em todas as escolas do Brasil. Essas escolas que tiveram sucesso ao investir na educação ambiental, tem a intenção de mostrar que é possível educar, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida do planeta, e, dessa forma, possibilitar a construção de uma sociedade sustentável.
II Congresso Nacional de Educação U. P-Campus Mata Norte (2015)	A importância da educação ambiental no ensino Básico: sustentabilidade no ambiente escolar	SILVA, P. S. D.; SANTOS, J. R. G.; CARDOSO, J. H. R.; SILVA, P. R. F. A.	Artigo/ Português	Dimensionar a importância da Educação Ambiental no Ensino Básico. Desta forma, a sensibilização ambiental desencadeada, proporcionou a disseminação do conhecimento por meio dos multiplicadores do saber Sustentável, os alunos. Visando a preservação ambiental dos recursos naturais, para a presente e futuras gerações, resultando numa visão de futuro ecológico e sustentável.

Fonte: Revista Brasileira de Educação e Cultura, 2015; Revista Faculdade Montes Belos, 2011. Uniter-2015; II Congresso Nacional de Educação Universidade Pernambuco -Campus Mata Norte, 2015; Ágora: Revista. Divulgação Científica, 2010.

**Quadro 01.** Caracterização dos artigos sobre EA nas Escolas do Ensino Básico (continuação)

FONTE DE DADOS E ANO PUBLICAÇÃO	TÍTULO	AUTOR	TIPO/ IDIOMA	OBJETIVOS/CONSIDERAÇÕES
Revista Faculdade Montes Belos, (2011)	A Importância da Educação Ambiental na Escola nas Séries Iniciais.	MEDEIRO S, A. B; MENDONÇA, M. J. L. S; SOUSA, G. L; OLIVEIRA, I, P.	Artigo/ Português/ Inglês	Destacar o debate, a discussão acerca de um possível diálogo entre a Educação Escolar (EE) e a Educação Ambiental (EA). A educação ambiental desperta no discente a consciência de preservação e de cidadania. O ser humano deve passar a entender, desde cedo, que precisa cuidar, preservar e que o futuro depende do equilíbrio entre homem e natureza e do uso racional dos recursos naturais. O ambiente onde o ser humano habita deve estar em equilíbrio com o lugar onde se vive. E assim, o educador, deve ensinar ao discente, da forma mais simples possível, uma os elementos necessários ao aprendizado das questões ambientais.
Ágora: Revista. Divulgação Científica. (2010),	A educação ambiental na escola de educação básica Frederico Fendrich no município de São Bento do Sul, SC.	SOUZA, A. M.; POVALUK, M.	Artigo/ Português/ Inglês	Verificar com os alunos, como está sendo trabalhada a Educação Ambiental no Ensino Médio. Constatou-se que, muitas são as necessidades de aprofundamento teórico do tema e de aperfeiçoamento do trabalho em si, principalmente em seus aspectos mais aplicados. Verificou-se ainda que a Educação Ambiental desperta interesse nos alunos e que estes, em grande parte, buscam com seriedade fazer sua parte e colaboram para uma melhoria das condições ambientais vivenciadas hoje por todos.

Fonte: Revista Brasileira de Educação e Cultura, 2015; Revista Faculdade Montes Belos, 2011. Uniter-2015; II Congresso Nacional de Educação Universidade Pernambuco -Campus Mata Norte, 2015; Ágora: Revista. Divulgação Científica, 2010.

O exame da literatura estudada revelou que o EA pode ser um elo entre cidadania e desenvolvimento sustentável no campo da educação, portanto duas categorias importantes podem ser destacadas do ponto de vista do desenvolvimento da prática ambiental nas escolas:

#### **a) A importância da educação ambiental na educação básica**

Na perspectiva holística e interdisciplinar da EA no campo do conhecimento, considera-se que a relação entre a sociedade e o meio ambiente é fundamental para que as pessoas entendam que a natureza está intrinsecamente ligada à vida e, portanto, à humanidade.

A importância da prática da EA na Educação Básica também pode ser percebida na análise e compreensão da legislação ambiental, que direciona a relação do homem com a natureza

e possibilita ao aluno compreender a implementação de políticas nacionais voltadas para a proteção do meio ambiente do nosso país e nesse sentido afirma-se que a escola é a fonte de conhecimento que leva a mudanças sociais por meio das atividades relacionado à EA. Santos e Gadorlinski (2015) argumentam que “As escolas são reconhecidas como transformadoras, com o propósito de que sirvam de inspiração a educadores e governantes para a incorporação da educação ambiental em todas as escolas do Brasil”.

Nessa situação, entende-se que a importância da EA na educação básica reside também na avaliação da relação do homem com a natureza e seu desenvolvimento rumo a uma visão socioambiental, cujo principal objetivo é a preservação do meio ambiente e dos recursos naturais, preservá-los para as presentes e futuras gerações.

Desta maneira, a dimensão da EA no cenário da educação básica contribui para o compartilhamento do conhecimento ambiental aos atores deste nível educacional, que futuramente podem se tornar multiplicadores de recursos sustentáveis, que para Silva et al (2015) é o meio ambiente, conservação dos recursos naturais para as gerações presentes e futuras, levando a uma visão de um futuro ecológico e sustentável.

### **b) A integração dos docentes e discentes na formação ambiental nas escolas**

A inclusão da temática ambiental na educação se deve aos importantes problemas ambientais ocorridos em nossa sociedade, e embora seja ofertado de forma interdisciplinar nos PCNs, é necessário que o educador seja um mediador do conhecimento em nossa sociedade sobre o meio ambiente, tornar-se um distribuidor de questões ambientais nas escolas, com o objetivo de formar cidadãos informados e críticos para atuar de forma sustentável no planeta.

Segundo Ferreira et al (2015), o professor tem um papel importante na formação crítica do aluno para compreender a importância da retenção, por isso o professor deve trabalhar e multiplicar essa ideia.

Portanto, destaca-se que a tarefa do educador ambiental em cada nível educacional, do país ou nível de ensino é "promover ações com o intuito de educar para a preservação do ambiente, onde haja ações e práticas educativas em defesa do meio ambiente" Ferreira et al. (2015), portanto, constata-se que a semente plantada em cada disciplina é o primeiro passo para alcançar um mundo sustentável.

### **c) As práticas curriculares na escola ensino básico e tecnológico na rede pública estadual no município de Belém-PA**

Nossa sociedade enfrenta diversos eventos ambientais, como os desastres de Mariana e Brumadinho em Minas Gerais, que afetam o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do Brasil, além de prejudicar a sociedade, deixando pessoas sem moradia e muitas mortes. Dessa forma é conveniente aproximar o diálogo entre a Educação Escolar e EA. Portanto, aprofundar a discussão ambiental nos currículos escolares é necessário para preservar a qualidade de vida na Terra.

No cenário da Escola ensino básico e tecnológico na rede pública estadual no município de Belém-PA, isso não pode ser diferente, pois seu currículo inclui extensos projetos ambientais para a comunidade escolar, que são exitosos em suas atividades, proporcionando aos seus alunos uma formação integral na prática da educação ambiental, aliada à comunidade e proteção do meio ambiente para as gerações futuras. Dessa forma, a educação ambiental desperta nos alunos a consciência da preservação da natureza e o senso de cidadania sustentável.

Segundo Santos e Gardolinski (2015), o objetivo das escolas que têm investido em educação ambiental é mostrar que é possível educar, o que contribui para a melhoria da qualidade de vida no planeta e, assim, possibilita a construção de uma sociedade sustentável.

Na escola ensino básico e tecnológico na rede pública estadual no município de Belém-pa. Os professores trabalham com os alunos em oficinas ambientais e também em projetos de extensão onde os alunos participam de aulas práticas que acontecem também fora da escola, como o Museu Emílio Goeldi e o Bosque Rodrigues Alves, onde temos um pequeno pedaço da Amazônia em uma área urbana preservada.

No contexto da escola a pesquisa a respeito da educação ambiental desperta o interesse dos alunos pela proteção ambiental. Para Souza e Povaluk (2010) “é o ser humano entender, desde cedo, que precisa cuidar, preservar e que o futuro depende do equilíbrio entre homem e natureza e do uso racional dos recursos naturais”. O formador deve, portanto, ter experiência em ensinar ao aluno os elementos necessários para aprender as questões ambientais urgentes na sociedade da forma mais simples.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este capítulo de livro aborda a educação básica e a sociedade sobre a importância da educação ambiental para as crianças e para sociedade, tendo em vista que as crianças estão em suas fases de desenvolvimento e, portanto, na idade ideal para aprender, além de serem o futuro do nosso planeta e sociedade. Os mesmos serão detentores de nossa história e irão traçar suas próprias. No entanto, treinar novos conhecimentos e reorientar os adultos é difícil porque eles têm hábitos e comportamentos estabelecidos.

Diante disso, é preciso enfatizar que a aprendizagem da EA tem o potencial de agregar valor, não apenas como meio de transmissão de informações, mas também como um processo que envolve a transformação dos sujeitos aprendentes, atentando para sua identidade e sua posição na aprendizagem sobre o mundo. Como resultado, os mesmos desenvolvem habilidades com mais cooperação e menos competição, então pode-se ter grandes esperanças de restaurar o meio ambiente ou frear a destruição dos bens naturais do planeta que ainda não foram extintos.

A pesquisa mostra que a prática da educação ambiental no ambiente escolar é fundamental, confirmando a importância dessa disciplina na educação básica, que pode preparar os alunos para se tornarem cidadãos críticos e reflexivos, além de contribuir para a melhoria de aspectos invisíveis à sociedade. O estado atual dos recursos naturais utilizados de forma sustentável. Por fim, a EA sensibiliza os alunos para a conservação da natureza, cidadania e desenvolvimento sustentável.

Na EA, pode-se encontrar suporte para melhorar a relação entre a natureza e o homem, aumentando a consciência da vida social. Como experiência encontrada nas escolas analisadas, surge a oportunidade de tratar sobre a preservação da natureza para as futuras gerações.

Entende-se que o Brasil é um país de expansão continental e, portanto, o ensino e a prática da EA em todas as escolas públicas e privadas requerem o comprometimento de lideranças dos diversos setores públicos e privados, bem como da sociedade civil organizada com o objetivo de divulgar o processo de conscientização, assim como promover a capacitação de professores para tratarem sobre a temática. O processo de elaboração de propostas de políticas sustentáveis ganha espaço no Brasil com o objetivo de transformar as escolas em espaços de disponibilização de conhecimento de meio



sustentáveis para as futuras gerações que serão as mesmas que irão preservar o meio ambiente e serão também propagadoras desse conhecimento no seu meio social de convivência.

## REFERÊNCIAS

- [1] BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF, 5 out. 1988. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.htm). Acesso em: 27 fevereiro 2023.
- [2] BRASIL. Lei nº 9795, de 27 de abril de 1999. Política Nacional de Educação Ambiental. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9795.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm). Acesso em: 27 fevereiro 2023.
- [3] BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente e Ministério da Educação (Org.). Programa Nacional de Educação Ambiental – ProNEA. 3. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. 102 p. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/secad/arquivos/pdf/educacaoambiental/pronea3.pdf>. Acesso em: 23 janeiro 2023.
- [4] BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília, DF, 1996.
- [5] BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos: apresentação dos temas transversais. Brasília DF, 1998.
- [6] BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de educação fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: meio ambiente e saúde. Rio de Janeiro, 2000.
- [7] FERREIRA, L. J. C. Educação ambiental: abordagens no ensino fundamental 2011. 45f. Monografia. (Graduação em Ciências Biológicas). Faculdade Patos de Minas, Patos de Minas.
- [8] FERREIRA, J. E; PEREIRA, S. G; BORGES, D. C. S. A Importância da Educação Ambiental no Ensino Fundamental. Revista Brasileira de Educação e Cultura – ISSN 2237-3098 Centro de Ensino Superior de São Gotardo Número VII Jan-jun 2013 Trabalho 07 Páginas 104-119. Disponível em: <http://periodicos.cesg.edu.br/index.php/educacaoecultura>. Acesso em: 22 janeiro 2023.
- [9] FIGUEIRÓ, P.S. Educação para a Sustentabilidade em cursos de graduação em Administração: proposta de uma estrutura analítica. 2015. 262 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Administração, Escola de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/131866/000982132.pdf?sequence=1>. Acesso em: 27 fevereiro 2023.
- [10] FONSECA, J. S. A importância da abordagem da educação ambiental no ensino fundamental. 2009. 39f. Monografia (Graduação em ciências biológicas) Faculdade Patos de Minas, Patos de Minas.
- [11] FREIRE, P. Pedagogia do oprimido. 17 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra. 1987. 184 p.
- [12] GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008
- [13] GODINHO, N. C. A importância da educação ambiental na escola para despertar uma consciência sustentável relacionada aos resíduos sólidos domésticos na sociedade. 2009.58f. Monografia. (Graduação em Ciências Biológicas) Faculdade Patos de Minas, Patos de Minas.
- [14] GOHN, M. G. Educação não formal, participação da sociedade civil e estruturas colegiadas nas escolas. Aval. pol. Pública. Educ. Rio de Janeiro, v 14, n. 50, p.27-38, jan./mar 2006.
- [15] GROHE, S.L.S. Escolas Sustentáveis: Três Experiências no Município de São Leopoldo. 2015. 136 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Educação, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.
- [16] IBAMA. Educação ambiental: as grandes orientações na Conferência de Tbilisi. Especial – ed. Brasília: IBAMA. 1998.
- [17] Lei de conservação do solo número 7876 de 13 nov. 1989. Disponível em <http://coralx.ufsm.br>. Acesso em 28 de mar. 2019.

- [18] MEDEIROS, A. B; MENDONÇA, M. J. L. S; SOUSA, G. L; OLIVEIRA, I. P. A Importância da educação ambiental na escola nas séries iniciais Revista Faculdade Montes Belos, v. 4, n. 1, set. 2011
- [19] SANTOS, S. P; GARDOLINSKI, M. T. H. A. Importância da educação ambiental nas escolas para a construção de uma sociedade sustentável. T.C.C. de pós-graduação. Grupo UNINTER, 2015.
- [20] SILVA, P. S. D; SANTOS, J. R. G; CARDOSO, J. H. R; SILVA, P. R. F. A. A importância da educação ambiental no ensino Básico: sustentabilidade no ambiente escolar. II Congresso Nacional de Educação Universidade Pernambuco-Campus Mata Norte, 2015.

# Capítulo 2

## *Educação Ambiental: Reuso de materiais alternativos como ação sustentável em uma instituição de ensino fundamental em São Luís*

*Jhovanna Teixeira Reis*

*Osmar Luis Silva Vasconcelos*

*Roberta Almeida Muniz*

*Ellen Cristine Nogueira Nojosa*

*Georgiana Eurides de Carvalho Marques*

*Djanira Rubim dos Santos*

*José Ghabriel de Pinho Soares*

*Kathlen Haryf dos Santos Nunes*

**Resumo:** O reuso de materiais descartáveis surge como alternativa para o aprendizado da Educação Ambiental (EA) associado com as disciplinas curriculares. Diante disto, o objetivo deste artigo foi apresentar a Educação Ambiental por meio de reuso de materiais como ação sustentável e ferramenta de auxílio no ensino prático em uma escola de ensino fundamental localizada em São Luís. O projeto foi realizado entre o Núcleo de Estudos em Agroecologia (NEA) e o Instituto Farina do Brasil. Participaram da ação alunos do 6º ano, com idades entre 11 e 12 anos do ensino fundamental maior, inseridos em aulas de reforço. No desenvolvimento das oficinas e jogos foram utilizadas garrafas PET, embalagens Tetra Pak, retalhos de tecidos e papelão. Os alunos utilizaram esses materiais que resultaram na confecção, por eles próprios, de jogos e utensílios escolares. Foi observado que as práticas tiveram desempenho satisfatório em estimular a capacidade cognitiva criativa concomitante ao trabalho em equipe e a percepção ambiental na criação de novos objetos a partir de materiais reutilizáveis. Demonstrou-se que o reuso de materiais alternativos pode ser trabalhado em sala como ferramenta para difusão da EA, além de fomentar a prática da extensão das universidades e institutos à comunidade na qual estão inseridas.

**Palavras-Chave:** Reciclagem; Resíduos Sólidos; Crianças; Extensão Universitária.

## 1. INTRODUÇÃO

O contínuo desenvolvimento populacional, científico e tecnológico levou a sociedade a repensar sobre os seus impactos negativos causado ao ambiente, neste contexto de reflexão surge a Educação Ambiental (EA) em 1970 com intuito de discutir os modelos de produção na expectativa de transformá-los em modelos sustentáveis que causem menores impactos negativos e que não ameacem a própria vida humana na terra (Rodrigues et al, 2013). A associação entre o meio ambiente, os recursos naturais e a sustentabilidade sempre esteve presente na percepção humana e nas formas de vida, mesmo sem estar necessariamente ligados ao conhecimento científico ou a conceitos específicos (Rosa; Silva; Flach, 2021).

De acordo com Ferroli, Librelotto e Koerich (2017) educação ambiental pode se conectar com projetos de extensão no qual o objetivo é buscar dar ênfase à sustentabilidade, tendo por principal objetivo a educação e a conscientização ambiental das futuras gerações. Consoante Kolcenti, Médici e Leão (2020), a escola tem primordial relevância durante o processo de educação, em virtude de ser um ambiente social que visa criar indivíduos críticos e reativos dentro da sociedade, sendo necessário que a Educação Ambiental seja tratada de maneira interdisciplinar e não meramente repassada em conceitos biológicos.

A forma de conhecimento que é estendida de uma realidade para outra completamente diferente, mostra o quanto as universidades têm se posicionado de maneira ímpar em relação ao desenvolvimento dos cidadãos, com intervenções que promovam o senso de responsabilidade para os indivíduos, dando ênfase às questões sociais e ambientais. Isto posto, o objetivo deste artigo foi apresentar a educação ambiental por meio de reuso de materiais como ação sustentável e ferramenta de auxílio no ensino prático em uma escola de ensino fundamental em São Luís.

## 2. METODOLOGIA

A presente pesquisa foi realizada em parceria entre o Núcleo de Estudos em Agroecologia (NEA), vinculado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA – Campus São Luís - Monte Castelo), e o Instituto Farina do Brasil, ambos localizados na zona urbana do município de São Luís/MA.

A intervenção escolar foi promovida por discentes do curso de Licenciatura em Química do IFMA, com um total de 9 (nove) alunos matriculados na 6ª série do ensino fundamental, que participaram das palestras e oficinas realizadas durante os horários cedidos para o programa de reforço escolar promovido pela própria escola. O parecer do Comitê de Pesquisa nº 978.585 emitido pelo Centro Universitário do Maranhão (CEUMA) aprova as diretrizes desta pesquisa.

Através deste projeto buscou-se alternativas como uso de jogos didáticos aliados aos conceitos trabalhados em sala de aula, para que os alunos fossem apresentados ao universo da ciência, conhecendo o planeta terra e suas características, além de facilitar a compreensão do que seria proposto ao longo do projeto. Dividiu-se então o projeto em três momentos, que contemplaram a apresentação de conteúdo teórico, atividade lúdica e oficinas de reciclagem de materiais encontrados no cotidiano dos próprios alunos.

No primeiro momento, apresentou-se aos alunos o tema sobre resíduos, por meio de uma aula teórica, sendo está associada a uma roda de conversas para que os alunos manifestassem suas opiniões e assim, se debatesse sobre o tema proposto, buscando

despertar nos alunos o interesse para a preservação do meio ambiente. Para melhor fixação do conteúdo, prosseguiu-se com a aplicação de atividade na forma de um jogo de palavras cruzadas sobre o planeta terra e a importância da reciclagem e reuso dos resíduos gerados.

Em um segundo momento, realizou-se a primeira oficina de produção de jogos com resíduos inorgânicos, que também teve o intuito de fortalecer nos alunos o trabalho em equipe. A vista disso, os alunos foram divididos em grupos e juntos produziram com um papelão, tampas de garrafa pet e tinta guache, jogos de dama para que brincassem.

Por fim, o terceiro momento contou com a realização da segunda oficina na qual foram confeccionados estojos personalizados utilizando cola e materiais reutilizáveis como embalagens Tetra Pak e retalhos de tecidos.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

De maneira geral, foi observado que a maioria das crianças não tinha conhecimento sobre a importância da reciclagem e do reuso de materiais, tendo apenas duas delas demonstrado familiaridade com essas práticas por já terem realizado em suas próprias casas. Essa constatação foi evidenciada durante uma conversa com a turma no primeiro encontro. Esse resultado está em consonância com o estudo de Cabral, Ribeiro e Hrycyk (2015), que observaram que muitos alunos do ensino fundamental não possuem uma percepção ambiental bem definida em relação aos resíduos e ao meio ambiente.

Foi observado que é fundamental fornecer informações claras e concisas sobre a importância da reciclagem e do reuso de materiais, a fim de reduzir o descarte inadequado de embalagens e outros materiais. Dessa forma, as crianças podem adquirir novos hábitos de conscientização e internalizá-los, tornando-se protagonistas na transformação da comunidade. A reciclagem transforma resíduos em matéria-prima para a fabricação de novos produtos, o que contribui para a redução do desperdício e do impacto ambiental.

Durante as atividades práticas com jogos de tabuleiro feitos com materiais alternativos reutilizados, foi observado que os alunos interagiram em equipe na produção dos jogos (Figura 1). A interação promovida pelos jogos de tabuleiro foi apontada por Santos, Carneiro e Brito (2021) como uma metodologia pedagógica capaz de fomentar competências como cooperação e competição, além de estimular o aprendizado de conteúdos escolares.

**Figura 1.** Confeção de jogo de tabuleiro - Dama



Fonte: Autores (2019).

A confecção de brinquedos de materiais alternativos como jogo de dado, tabuleiros de papelão, dentre outros materiais reutilizáveis e recicláveis, também foram relatadas por Castilho, Schroeder e Matos (2022) como uma forma de introduzir conceitos de Educação Ambiental aliados as disciplinas curriculares e ainda fomentar a integração de indivíduos na sociedade por meio de princípios de coletividade de atividades realizadas em grupos e em ambiente escolar e não escolar.

Os alunos foram convidados a explorar uma alternativa para reutilizar embalagens de caixas de leite (Tetra Pak) e retalhos de tecido descartados. A solução sugerida foi utilizar a técnica de "decoupage" para criar uma solução sustentável que combinasse os dois tipos de resíduos, transformando-os em estojos para guarda de materiais escolares (Figura 2). De acordo com Ariska (2021), a "decoupage" é uma técnica que pode estimular o desenvolvimento cognitivo e criativo das crianças durante a infância. Ao utilizarem essa técnica, os alunos também foram capazes de aumentar sua percepção ambiental em relação a materiais que são comumente descartados diariamente nas residências e que levam um longo tempo para se decomporem, gerando impactos negativos no ambiente.

**Figura 2.** Confeccção dos estojos escolares a partir de embalagens e retalhos de tecido



Fonte: Autores (2019).

#### **4. CONCLUSÃO**

De forma prática, demonstrou-se o reuso de materiais alternativos com abordagem clara, natural e simples, proporcionando uma aprendizagem direcionada às situações propostas no ambiente escolar e no cotidiano por meio da Educação Ambiental.

A implementação do ensino de forma lúdica nessas ações se mostrou extremamente eficaz para facilitar a interação entre as crianças e os discentes do IFMA. Isso foi fundamental para que o público-alvo pudesse entender o tema proposto, estimulando a curiosidade, o fazer pedagógico e a conexão entre a prática e a teoria. É importante destacar a relevância de projetos de extensão que promovem o engajamento entre a comunidade acadêmica de ensino superior e a comunidade local. Projetos que transcendem os muros da academia e envolvem a sociedade oferecem uma oportunidade de aprendizagem significativa e, portanto, devem ser incentivados.

## REFERÊNCIAS

- [1] ARISKA, K. Pemanfaatan Bahan Bekas dengan Decoupage untuk Mengembangkan Kreativitas Anak Usia Dini pada Pembelajaran Online. *KINDERGARTEN: Journal of Islamic Early Childhood Education*, v. 4, n. 2, p. 189-200, 2021.
- [2] CABRAL, F. F.; RIBEIRO, I. de L.; HRYCYK, M. F. Percepção ambiental de alunos do 6º ano de escolas públicas. *Revista Monografias Ambientais*, p. 151-161, 2015.
- [3] CASTILHO, G. C. S.; SCHROEDER, S. M. Z.; MATOS, T. V. F. de. *A EDUCAÇÃO FÍSICA E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA AGROECOLOGIA*. Editora Realize. 2022.
- [4] FERROLI, P. C. M.; LIBRELOTTO, L. I.; KOERICH, J. Extensão universitária aplicada em sustentabilidade com foco em projeto de produtos: materioteca de produtos sustentável. 2017.
- [5] KOLCENTI, S. G. R.; MÉDICI, M. S.; LEÃO, M. F.. Educação Ambiental em escolas públicas de Mato Grosso. *Revista Científica ANAP Brasil*, v. 13, n. 29, 2020.
- [6] RODRIGUES, A. L. L. et al. Contribuições da extensão universitária na sociedade. *Caderno de Graduação-Ciências Humanas e Sociais-UNIT-SERGIPE*, v. 1, n. 2, p. 141-148, 2013.
- [7] ROSA, G. M. da; SILVA, F. R. da; FLACH, K. A. Educação Ambiental na educação escolar e a Responsabilidade Social: desafios e possibilidades nas questões ambientais. *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, v. 16, n. 5, p. 411-430, 2021.
- [8] SANTOS, A. M. C. M.; CARNEIRO, V. de J. C.; BRITO, R. L. Ensinando a química e biologia através de jogos educativos pelos alunos da 1ª e 2ª séries do IFMA campus Santa Inês. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 1, p. 2484-2491, 2021.



# Capítulo 3

## *Critérios técnicos para a conversão das multas ambientais e sua maior efetividade*

*Érico Gama Torres*

*Frederico José Gervasio Aburachid*

*Patrícia Helena Gambogi Boson*

**Resumo:** O artigo apresenta sugestões para tornar mais efetivo, de fácil entendimento, aplicação e acompanhamento, o Decreto n.º 47.772/2019 que cria o Programa Estadual de Conversão de Multas Ambientais, do Governo de Minas Gerais, partindo do pressuposto de que trata de uma boa iniciativa. As sugestões apresentadas têm como referência o princípio de que a conversão das multas ambientais precisa ter a finalidade de comover infratores através de uma persuasão natural e sem a litigiosidade comum dos processos de infração. Nesse contexto, reforça uma peculiaridade do Programa em Minas, que é a de estabelecer possibilidade real de se criar um ambiente de diálogo, através de uma mediação ativa, com elevado potencial de agregar valor ao capital social. São propostas também referências técnicas robustas para a aplicação dos recursos financeiros, com o mesmo propósito de alterar o papel do infrator para o de solucionador do problema por ele causado. Toma ainda como base, a imprescindibilidade de que no acordo, proposto pelo Programa, o infrator já conheça a vinculação do valor convertido à uma destinação específica, franqueando o acesso e controle social. Promovendo assim sintonia entre o que o infrator espera com o pagamento da multa e aquilo que o Poder Público irá de fato oferecer ao meio ambiente. As sugestões pretendem que a métrica de avaliação do resultado do Programa não seja apenas maior volume financeiro no pagamento de multa, estatisticamente muito baixo, mas sim a recuperação do meio ambiente, mensurável, rastreável e verificável.

**Palavras-chave:** conversão de multas ambientais; diálogo e sensibilização; efetividade na aplicação.

## 1. INTRODUÇÃO

O Decreto n.º 47.772/2019 que cria o Programa Estadual de Conversão de Multas Ambientais, do Governo de Minas Gerais, é uma boa iniciativa. O Programa possibilita a conversão dos valores devidos a título de multas simples aplicadas em autos de infração ambiental em financiamento de projetos, cujo objeto se relacione a medidas de controle e reparação ambiental, por meio da celebração de termo conforme Art. 2º.

Art. 2º – A adesão ao Programa Estadual de Conversão de Multas Ambientais se dá por meio da celebração de termo, no qual, além da conversão da multa, ficarão consignadas as medidas de reparação do dano ambiental eventualmente causado, bem como a obrigação de promover a regularização ambiental do empreendimento ou atividade, quando couber.

Frise-se, desde já, que a conversão de multas ambientais não representa, nem de longe, qualquer espécie de anistia ou condescendência estatal em favor de infratores. Pelo contrário. O programa reconhece efetivamente à sanção o seu conteúdo educativo e ambiental, sem se distanciar de sua finalidade preventiva e repressiva. Mantem-se ileso a reprimenda estatal contra a conduta antijurídica, já que o tipo infracional e a pena são inalterados, ressalvada a possibilidade de atenuantes na forma já prevista do Decreto 47.383/2018.

Válido lembrar que as multas ambientais não têm como finalidade primária a arrecadação estatal. Não possuem natureza tributária. Não visam robustecer os cofres públicos e muito menos deveriam prestar às ficções orçamentárias à bem da responsabilidade fiscal. Não são essas razões que motivam a sua definição normativa. O que se busca através da norma ambiental sancionatória é justamente a defesa do meio ambiente equilibrado, assegurando a sua fruição sustentável pelas gerações atuais e futuras.

Nesse sentido, o Programa em tela concilia a norma sancionatória com o interesse público primário, promovendo bem-estar socioambiental à medida que destinará recursos financeiros advindos de externalidades negativas sobre o meio ambiente para a sua recuperação e adoção de medidas de controle.

Não se ignora, aqui, a preexistente responsabilidade civil do infrator pelos danos que eventualmente tenha diretamente causado. A conversão da multa através do programa não lhe desonera de sua responsabilidade indenizatória. Tanto é assim que o Decreto 47.772/2019, artigo 1º e seu parágrafo único, ressalva o dever de reparação do dano e indicando medidas, ainda que tecnicamente falhas, de controle e reparação a serem consideradas no termo de conversão.

A toda evidência, o Programa estimula ainda mais o controle social, tanto sobre atos potencialmente infracionais, quanto na destinação dos recursos decorrentes das multas. Além disso, promove o cumprimento das penas por infratores, já que, através da celebração do termo, as penalidades aplicadas no auto de infração tornam-se definitivas, implicando no reconhecimento do cometimento da infração, inclusive para os efeitos de aplicação de reincidência administrativa e a renúncia ao direito de apresentação de defesa e de recursos administrativos.

À essa iniciativa, somam-se outras semelhantes da União e de demais Estados, e todas são reflexos de uma vergonhosa inexecução no pagamento das multas ambientais. Diagnósticos, feitos por vários estudiosos do tema, concluem que o procedimento de aplicação das multas ambientais arrecada valor inferior ao necessário para reparação de danos consequentes ao meio ambiente; tem uma tramitação infundável nos órgãos administrativos e, mesmo após encerrados os procedimentos perante a Administração Pública ambiental, passam a constituir objeto de ações anulatórias e execuções fiscais no Poder Judiciário, quando não raras vezes os créditos tornam-se prescritos.

As estatísticas nesse quesito são bastante desanimadoras. À título de exemplo, segundo dados divulgados pelo IBAMA, foram lavrados, apenas em 2020, 10.0000 novos autos de infração, desconsiderando aqueles lavrados pelos estados, DF e municípios. Sobre o tema, o IBAMA elaborou relatório, naquele mesmo ano, apontando a iminente prescrição de mais de 5.000 autos de infração decorrentes de anos anteriores.

No período de 2018 a 2022, cinco anos, de cada R\$ 100,00 em multas aplicadas por infrações ambientais em áreas de conservação do ICMBio, incluindo as de Minas Gerais, apenas R\$ 1,00 foi pago. Como se verifica, a ineficiência no recebimento de multas cria um perigoso cenário de impunidade.

A peculiaridade do Programa em Minas, está na possibilidade real de se estabelecer um ambiente de diálogo, através de uma mediação ativa, com elevado potencial de agregar valor ao capital social. De fato, um ritual adequado para a celebração do termo que homologa a conversão, se bem orquestrado, poderá resultar em trocas de informações sobre direitos e deveres, elucidativas e educativas, podendo até mesmo influenciar em um aprendizado para todos os envolvidos.

A formalização de responsabilidades e, especialmente, a noção de pertencimento do infrator e de empoderamento da comunidade diretamente afetada, permitirão resultados concretos na tutela ambiental sem que as soluções partam exclusivamente de uma relação hierarquizada de poder estatal sobre os cidadãos. Thomas Friedman, em seu livro *Obrigado pelo Atraso* (um guia otimista para sobreviver em um mundo cada vez mais veloz), diz que “o sentido de pertencimento é a coisa que conserta mais coisas, de modo que outras coisas possam ser consertadas mais facilmente”.

## 2. CRITÉRIOS TÉCNICOS SUGERIDOS

O Programa Estadual de Conversão de Multas Ambientais poderá, se bem executado, traduzir-se em uma alternativa extremamente eficiente, contrapondo-se aos atuais processos de constituição e cobrança de multas, caracterizados pela morosidade, burocracia e extremamente onerosos para os cofres públicos.

O Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SISEMA) está diante de inequívoca oportunidade para implementar um novo procedimento capaz de reabilitar infratores, aliando-os à sociedade, que receberá como consequência a recuperação de seu patrimônio ambiental.

Não se olvide, por outro lado, as responsabilidades socioambientais do Estado, solidária, direta ou subsidiária (sem entrar no mérito), incumbindo-lhe os ônus de recuperar áreas degradadas, tal como ocorre nas denominadas áreas órfãs, assim conhecidas pela impossibilidade de identificação ou individualização dos causadores diretos dos danos. Desse modo, o Programa Estadual poderá ser mais uma alternativa para a recuperação

ambiental, sem que o peso recaia sobre o orçamento público e seja repartido por toda a sociedade.

Na esteira desse entendimento, a conversão das multas ambientais precisa ter a finalidade de comover infratores através de uma persuasão natural e sem a litigiosidade comum dos processos de infração. O infrator precisa compreender a função socioambiental da multa, repercutindo na recuperação de áreas degradadas, sem prejuízo de seu dever de restabelecer o status do quo ante ao dano ambiental que tiver diretamente causado. É preciso sensibilizá-lo sobre a sua importância na relação com o meio ambiente, o que não é algo estranho especialmente para os mineiros.

A conscientização dos mineiros sobre a importância da preservação e recuperação ambiental trata-se de algo afinado ao seu perfil identitário, cabendo ao estado materializar o programa de conversão de multas em algo que virá a ultrapassar as barreiras protocolares e burocráticas, recuperando áreas degradadas, dentre outras hipóteses previstas de aplicação dos recursos no Decreto 47.772/19, e conferir maior eficiência à sua atuação. Além de afastar a impunidade causada por multas prescritas, será ainda uma forma de reduzir passivos ambientais que pesam sobre o orçamento público.

Há necessidade, portanto, de que o termo não seja apenas um ato administrativo protocolar, mas instrumento com forte conteúdo técnico que defina, de forma clara, direta e demonstrável, a área degradada a ser recuperada, se for o caso, e como serão aplicados os recursos financeiros para mitigar ou compensar inclusive as suas consequências. Deverá, assim, seguir um *framework*, uma estrutura-base composta por um conjunto de critérios que mensure o passivo existente, quando aplicável de recuperação de áreas degradadas, ou de recarga de aquíferos, por exemplo, e indique como os valores serão utilizados. Enfim, é preciso adotar critérios técnicos justamente para que “receber a multa” não seja o único objetivo do Programa. A métrica de avaliação do resultado do Programa não pode ser o volume financeiro retirado do infrator e registrado como pagamento de multa, a fim de melhorar as estatísticas, mas sim a recuperação do meio ambiente, mensurável, rastreável e verificável.

Sugerimos, portanto, alguns modelos que têm como foco dar o sentido construtivo e perene de pertencimento ao autuado, fazendo com que saia da condição de infrator e alcance a qualidade de parte comprometida com a solução.

Nossa primeira sugestão está na necessidade de, durante todo o procedimento de adesão do infrator ao programa, seja oportunizada a “participação dos técnicos e analistas dos órgãos e das entidades comprometentes” e, claro, “do autuado ou seu representante”. Referida participação pode se dar por meio de canais digitais, plataformas que viabilizem, oportunamente, a formulação de questionamentos técnicos, esclarecimento das dúvidas e formação de consensos. O uso de plataformas digitais poderá também viabilizar o controle social por meio de outros agentes de interesse, não se tratando de algo fechado ou tratado em gabinetes. O fundamental é que todas as fases do processo devam contemplar uma explanação técnica, porém didática e compreensível por leigos, democratizando a participação e maior adesão de infratores, dada a vasta extensão territorial de Minas Gerais e o pluralismo social e econômico.

A corroborar com a sugestão do imprescindível acompanhamento técnico, considerando as finalidades da pena, o apontamento da infração no termo não deve se restringir à indicação da norma: artigo tal, inciso e parágrafos; mas sim, uma explicação especializada e de fácil compreensão sobre as consequências ambientais, os impactos no ecossistema local e o quanto o ato ou a omissão notificados podem ser prejudiciais para o próprio

autuado, sua atividade e a comunidade. Trata-se de explicar ao infrator que não é apenas uma leitura fria da norma, mas as suas finalidades, qual parâmetro ambiental quer proteger e as consequências ambientais no curto, médio e longo prazos.

A adoção de forte embasamento técnico proporciona um meio dialógico de defesa, validação e até mesmo motivador de estudos de revisão das normas sancionatórias. Em virtude da conscientização e efetividade na aplicação dos recursos, certamente evitar-se-ão que novos atos similares ocorram. Além disso, mediante a discussão técnica e validação das normas, haverá necessariamente influência nas ações normativas do SISEMA. Não é tão raro, quanto parece, o fato de que há normas que simplesmente não “pegam”. Sejam por não terem validação técnica em determinadas situações ou características biogeofísicas de determinados territórios ou por serem incompatíveis com os processos produtivos, previamente autorizados, mesmo se aplicadas as tecnologias mais avançadas.

A permanente participação técnica proposta dará, ainda, ao gestor público, a oportunidade de entender o que de fato motivou a infração, se desconhecimento do autuado, se falta de apoio técnico ou financeiro, ou mesmo se, como destacamos, falta de aplicabilidade da norma por razões técnicas, oportunizando a correta ação pública de apoio, ajuste e esclarecimento para o bem coletivo ambiental. Dar a oportunidade de o gestor deixar de lado o bordão máximo da burocracia “cara crachá”, ou mero aplicador da norma, para atuar, verdadeiramente, como gestor ambiental. Mesmo em normas apenas administrativas, como cumprimento de prazos, apresentação de documentos, dentre outras, por certo há objetivos ambientais a esclarecer, ou então não teria sentido sua existência, em um sistema de gestão do meio ambiente.

Interessante aqui fazer um paralelo, citando estudos sobre sonegação fiscal. Tais estudos revelam que “a falta de sintonia entre o que o cidadão espera e está disposto a contribuir com aquilo que o governo oferece e exige em tributos” tem grande influência na também triste estatística nacional da sonegação. Esses mesmos estudos recomendam que implantar programas de educação fiscal, como uma “alternativa que possibilita ao contribuinte conhecer o Estado e sua estrutura, a função socioeconômica dos tributos, o valor da arrecadação tributária, além de incentivar o acompanhamento da aplicação dos recursos arrecadados”, pode fazer com que o “contribuinte adote comportamento cidadão diante da questão tributária, contribuindo espontaneamente com a parte que lhe cabe”<sup>1</sup>.

Com a forte participação técnica, a sugestão, em verdade, é enriquecer o Programa com a adoção, no processo de celebração do termo, de um cenário com características muito próximas do procedimento de mediação previsto, por exemplo, na Lei Federal nº 13.140/2015, para a autocomposição de conflitos da Administração Pública.

Sugere-se, pois, assegurar a efetividade do pagamento, adotando no “ritual” do termo, um princípio de essencial importância na mediação, qual seja o do protagonismo (ou “autonomia da vontade”). O protagonismo na mediação permite que as partes ampliem suas perspectivas e, conseqüentemente, sintam-se aptas a construir soluções mais satisfatórias<sup>2</sup> (pertencimento).

O SISEMA deve adotar, dessa forma, a postura equidistante do infrator no Programa Estadual de Conversão de multas ambientais. Ao atrair infratores para o programa, há de

---

<sup>1</sup> Grzybovski Denize, Gaertner Hahn, Tatiana - Educação fiscal: premissa para melhor percepção da questão tributária Rev. Adm. Pública vol.40 no.5 Rio de Janeiro Sept./Oct. 2006

<sup>2</sup> Conti, Gilberto Marino Ferreira - Protagonismo e confidencialidade - pilares do sucesso na mediação - <https://www.migalhas.com.br/depeso/256131/protagonismo-e-confidencialidade---pilares-do-sucesso-na-mediacao>

convencê-los sobre os benefícios de sua adesão para todos os envolvidos, resultando em um termo de acordo consensual.

É preciso atentar-se para o fato de que não se trata apenas e tão somente de um procedimento simples para conversão de multas. O termo de conversão não deve funcionar como a praxis geralmente adotada para os termos de compromisso ou de ajustamento de conduta, quase que impostos de cima para baixo, sem negociação ou por meio de modelos pré-formatados.

Por essa razão, já que não previsto no Decreto Estadual nº 47.772/15, o ideal seria a sua alteração para contemplar a participação de um terceiro imparcial no procedimento, advindo de entidades técnicas e profissionais, subsidiando as partes na celebração do termo de conversão.

Existem várias instituições, como a Sociedade Mineira de Engenheiros (SME), organizada na forma de Comissões Técnicas de variados temas especialistas, além do CREA-MG, que possui um corpo técnico preparado para realizar o trabalho de mediação. Como a Câmara de Mediação e Arbitragem (CMA), à qual pode, além do trabalho de gerenciamento, indicar profissionais para se incumbirem do processo de mediação e auxiliar a solução técnica da controvérsia, aspecto de extrema relevância para o sucesso dos objetivos buscados no Decreto n.º 47.772/2019.

Nossa segunda sugestão refere-se à aplicação dos recursos financeiros, que deve compreender mesmo contexto de alterar o papel do infrator para o de solucionador do problema por ele causado. Reclamando assim uma aplicação transparente, monitorável, rastreável e verificável. Antes de apresentá-la, porém, chamamos a atenção para dois fatos de notória importância a balizar nossa sugestão.

Senão vejamos:

Primeiro fato, o Decreto nº 47.772/2019, ao estabelecer regras gerais de aplicação dos recursos financeiros, art.1º, apontando medidas de controle e reparação ambiental, a serem objeto de projetos passíveis de financiamento, o faz de forma pouco elucidativa. A leitura fria de seus incisos enseja muitos questionamentos e não trazem nenhum parâmetro de priorização, criando um cenário de incerteza, pouca probabilidade de acompanhamento e, assim, pouca transparência na futura aplicação dos recursos.

Segundo fato, qualquer que seja a aplicação selecionada, a estranhamente ausência no Decreto de indicadores de desempenho e resultado, de fácil acesso e interpretação. Indicadores quantitativos e não só qualitativos, com base em fatos e dados técnicos, para que qualquer cidadão, especialmente o infrator, possa acompanhar e ser partícipe da solução de reparo indicada. Indicadores, claro, associados a modelo de acompanhamento e divulgação. Fatos recursos da tecnologia da informação podem ser desenvolvidos ou apropriados para facilitar e dar agilidade a essa tarefa de acompanhamento.

Não custa repetir que transparência e visibilidade são bem representados por critérios técnicos, que selecionam da melhor forma o ato de recuperar, medir, controlar e gerir o meio ambiente. Ademais, com a definição de rígidos critérios técnicos de aplicação dos recursos, a SEMAD, no cumprimento do Art. 12 e parágrafos do Decreto n.º 47.772/2019, que trata do chamamento público, já terá subsídios para preparar um robusto Termo de Referência.

A nosso sentir, é imprescindível que o acordo do infrator já estabeleça a vinculação do valor convertido à uma destinação específica, franqueando o acesso e controle social.

Apenas dessa forma haverá sintonia entre o que o infrator espera com o pagamento da multa e aquilo que o Poder Público irá de fato oferecer ao meio ambiente. Importante, pois, que, no mínimo, regras gerais para os aludidos “chamamentos públicos” ocorram antes mesmo da celebração dos acordos, elencando previamente ao menos as referências basilares para os projetos que serão passíveis de receber os recursos dos acordos de conversão das multas e não o inverso.

Ainda, a fortalecer nossa segunda sugestão referente à aplicação, considerando que os valores individuais das multas, destinados ao Programa, representam apenas 50% do total da multa aplicada, em muitos casos, esses valores não serão substanciais para uma reparação que dê resultados mensuráveis e rastreáveis, premissa importante é a de buscar agregar valor financeiro a uma proposta de aplicação já em curso, corroborando com dar ênfase para uma destinação dos recursos otimizada.

De modo que, como sugestão para aplicação dos recursos financeiros, de forma transparente, monitorável, rastreável e verificável, e ainda otimizada, apresentamos quatro propostas de encaminhamento, que são de fato orientação e fundamento para o estabelecimento formal de critérios gerais a constar dos Termos de Referência (Art. 12) para a seleção dos projetos via chamamento público.

## **2.1. PRIMEIRO ENCAMINHAMENTO**

Como primeiro encaminhamento, que os projetos via chamamento público tenham como preceito para sua elaboração os Planos de Recursos Hídricos. São esses: o Plano Estadual (aprovado pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos, tripartite (poder público, sociedade civil e usuários) e os Planos Diretores de Bacias Hidrográficas, aprovados pelos respectivos Comitês de Bacias, também tripartites com representação local, e referendado pelo Conselho Estadual e já desenvolvidos para quase todo o território de Minas Gerais.

Esse encaminhamento parte do princípio de que a qualidade de um corpo de água e, não raro, a quantidade, são indicadores preponderantes e descritivos das condições de conservação ou de degradação de um determinado território, portanto, da forma de ocupação do solo de uma bacia hidrográfica, e sim, do que ocorre ou ocorreu na bacia. Um fato recente e ocasional interessante, a ilustrar nossa afirmativa, é representado pelas campanhas de monitoramento, em nossos corpos de água, que detectaram e quantificaram a carga viral do novo coronavírus em amostras de esgoto nas cidades, e utilizados para avaliar a amplitude de contaminação na população. A melhoria da qualidade e quantidade de água é objeto, e indicador, de todas as ações a serem executadas nos Planos, e quase sempre implicam em medidas de correção, controle e gestão do território.

A relação da multa aplicada em determinado auto de infração ambiental e o reparo necessário para mitigar o impacto consequente, que tenha como referência as ações determinadas nos Planos, nos parece óbvia, no que diz respeito à adequada aplicação dos recursos. Ademais uma aplicação otimizada, a reforçar, orçamentariamente, uma ação já deflagrada como importante. Lembre-se de que, antes do infrator, pessoa jurídica ou pessoa física, estar fixado, portanto agindo, em um determinado município ou estado, ele está em uma bacia hidrográfica. Logo, toda e qualquer ação antrópica, em conformidade ou não com as normas ambientais, possui reflexos diretos sobre a qualidade e quantidade de água.

Enfim, ter como referência os Planos de Recursos Hídricos para a seleção das medidas de controle e reparação ambiental é opção eficaz, com transparência, visibilidade e controle social, pois já bem descritivas, priorizadas e legitimadas pela sociedade e opção ágil, sem onerar a equipe e recursos dos órgãos gestores e controladores. A reforçar essa sugestão, para cada ação indicada nos Planos há indicadores de desempenho e resultado, além de um colegiado vigilante de sua correta execução, que são os respectivos Comitês de Bacias Hidrográficas.

## 2.2. SEGUNDO ENCAMINHAMENTO

Um segundo encaminhamento, visando a uma aplicação que otimize a ação ambiental e ao mesmo tempo transparente, de fácil acompanhamento pelo infrator, colocando-o assim como partícipe da solução, está na referência à problemática do meio ambiente urbano. Urbanização está quase sempre associada à degradação ambiental e social, especialmente quando a expansão da rede urbana ocorre sem o devido planejamento (ação predominante em quase todas nossas cidades). Os resultados são catastróficos, como o deslizamento de encostas, ocasionado a destruição de casas e grande número de vítimas fatais.

Nos últimos dois anos, as notícias relacionadas ao tema foram avassaladoras. Apenas no período de chuvas entre o final de 2021 e início de 2022, morreram mais de 400 pessoas em todo o Brasil. Em Minas, só no final do ano de 2022 e início de 2023, 21 pessoas, fora as perdas econômicas e sociais (moradias, pertences, dignidade e sonhos). No período do carnaval de 2023, novas tragédias no Estado de São Paulo. Isso, sem falar no aumento e exposição da comunidade à poluição do ar, da água e sonora e na problemática gestão dos resíduos sólidos.

Por outro lado, a urbanização promove maior interação social, com oportunidades, ainda que desiguais, verdade, de maior acesso à cultura, conhecimento e assim ao desenvolvimento social e individual. De acordo com Yuval Noah Harari, em seu livro *Homo Deus – Uma breve história do amanhã* - a evolução da humanidade e seu domínio se deu não porque um indivíduo humano seja muito mais esperto e ágil que outros seres vivos, e “sim porque o *Homo sapiens* é a única espécie na Terra capaz de cooperação flexível em grande escala”. Eis a urbanização promovendo maior escala.

Importante refletir, ainda, sobre o fato de que a concentração de população humana em cidades reduz a pressão sobre os ecossistemas e as áreas naturais, ao diminuir drasticamente a superfície de espaço natural requerida para a ocupação de um mesmo número de pessoas de forma dispersa no território.

Segundo estimativas do Fundo de População das Nações Unidas (UNFPA) (UNFPA, 2008), a soma de todas as áreas urbanas ocupa somente 2,8% da superfície terrestre. Em uma interpretação imediata, a concentração urbana, portanto, contribui para mais sustentabilidade ambiental. Altas densidades populacionais significam menor custo per capita para prover abastecimento de água, coletar lixo, dispor de esgotos e tratá-lo, bem como para implantar projetos de reciclagem. Sistemas de transporte também se beneficiam da concentração populacional (CEPAL, 2008)<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> URBANIZAÇÃO, MEIO AMBIENTE E VULNERABILIDADE SOCIAL\* Sérgio Ulisses Silva Jatobá IPEA boletim regional, urbano e ambiental | 05 | jun. 2011



Fato é que o crescimento das cidades é um processo irrefreável e, muito provavelmente, será irreversível. De acordo com o Programa das Nações Unidas para Assentamentos Humanos (UN-Habitat), a população urbana foi multiplicada por cinco entre 1950 e 2011 no mundo todo. Foi em 2007 que, pela primeira vez na história, o número de pessoas vivendo em cidades ultrapassou àquelas baseadas no campo. Segundo a ONU, atualmente 55% da população mundial vive em áreas urbanas e a expectativa é de que esta proporção aumente para 70% até 2050. Tentar desconhecer esse fenômeno e não enxergar claramente que nossos maiores problemas ambientais são urbanos, especialmente no que tange ao saneamento ambiental (esgoto, lixo e drenagem urbana) é condenar uma população imensa a viver com má qualidade ambiental, portanto má qualidade de vida.

Soluções para a mitigação dos impactos do meio ambiente urbano precisam ser encaradas. Os riscos e oportunidades andam juntos nas cidades, definindo graus diferenciados de vulnerabilidade socioambiental e ações diferenciadas de solução, mitigação e adaptação. Avaliar essa vulnerabilidade e ter como referência essa problemática para estabelecer projetos via chamamento público com vistas a aportar recursos das multas é de certo um encaminhamento de fácil compreensão. Pois os recursos irão, de forma visível, somar as várias iniciativas para melhoria de qualidade ambiental e de vida nas cidades, dando ao infrator o reconhecimento de seu papel na solução. Ações de apoio aos municípios, a exemplo das iniciativas no âmbito das *Smarts Cities* (cidades sustentáveis, conectadas e otimizadas pela tecnologia) são certamente uma grande oportunidade e que se enquadra em quase todas as medidas de controle e reparação ambiental, a serem referência para os projetos passíveis de financiamento no âmbito do Programa Estadual de Conversão de Multas Ambientais, apresentadas no Decreto.

Importante destacar que já há previsão legal para esse tipo de conversão. Citamos a Lei 13.731/18, art. 2º, segundo o qual a arborização urbana e a recuperação de áreas degradadas poderão contar com 10% do valor dos recursos arrecadados da aplicação de multa por crime, infração penal ou infração administrativa, no caso de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, arrecadadas pelos órgãos ambientais integrantes do Sistema Nacional de Meio Ambiente (Sisnama).

### **2.3. TERCEIRO ENCAMINHAMENTO**

Um terceiro encaminhamento está na aplicação para a valoração e fortalecimento de nossas redes de monitoramento dos vários parâmetros para avaliar a qualidade ambiental e os respectivos sistemas de informação. Dita por um administrador de empresa, aliás o pai da administração moderna, Peter Ferdinand Drucker, em verdade a frase cabe para qualquer agenda de gestão. “Se você não pode medir, não pode gerenciar”. Gerenciar implica conhecer. E na gestão ambiental, quanto na de recursos hídricos, tal assertiva não é diferente.

Devemos compreender que o monitoramento ambiental é um processo de coleta de dados, estudo e acompanhamento contínuo e sistemático das variáveis ambientais, com o objetivo de identificar e avaliar - qualitativa e quantitativamente - as condições dos recursos naturais em um determinado momento, assim como as tendências ao longo do tempo. O monitoramento ambiental fornece informações sobre os fatores que influenciam o estado de conservação, preservação, degradação e recuperação ambiental da região estudada. Também subsidia medidas de planejamento, controle, recuperação, preservação e conservação do ambiente em estudo, além de auxiliar na definição de

políticas ambientais. É também com o monitoramento que podemos avaliar se as ações selecionadas para a recuperação ambiental, realmente foram as mais adequadas e se estão proporcionando os resultados esperados. O monitoramento ambiental permite, ainda, compreender melhor a relação das ações do homem com o meio ambiente, bem como o resultado da atuação das instituições por meio de planos, programas, projetos, instrumentos legais e financeiros, capazes de manter as condições ideais dos recursos naturais (equilíbrio ecológico) ou recuperar áreas e sistemas específicos<sup>4</sup>

O sistema de coleta de dados aumenta o conhecimento sobre uma determinada região, o que permite tomadas de decisão mais acertadas e um planejamento ambiental adequado. Sistemas de informação são instrumentos de gestão tanto da Política Nacional de Meio Ambiente, quanto a de Recursos Hídricos. Pois, desde sempre, uma rotina voltada para a análise de dados básicos observados certamente desponta como uma postura determinante à gestão.

O avanço na área da informática, como aprimoramento de modelos estatísticos e matemáticos para simulação e prognósticos de eventos naturais, além do geoprocessamento, hoje, e cada vez mais, sofisticadíssimos e precisos, não prescindem, ao contrário, são totalmente dependentes de uma boa rede de fornecimento de dados básicos, medidos, observados.

#### **2.4. QUARTO ENCAMINHAMENTO**

Finalmente, quarta e última proposta de encaminhamento, não se pode ignorar a importância que aludido programa terá para as áreas consideradas prioritárias para a recuperação e conservação da biodiversidade em Minas Gerais. De acordo com o relatório elaborado pela Fundação Biodiversitas, em conjunto com outras entidades públicas e privadas, denominado “PROJETO ÁREAS PRIORITÁRIAS – Estratégias para a conservação da Biodiversidade e Ecossistemas de Minas Gerais”, ano 2021, em que pese a necessidade de algumas revisões, especialmente no que se refere à proteção da disponibilidade hídrica, existem 230 áreas prioritárias em MG, além das unidades de conservação de proteção integral. A situação de vulnerabilidade e relevância dessas áreas foram objeto de análise, podendo servir de orientação para as diversas políticas setoriais do estado.

Válido dizer que, atualmente, o grau de vulnerabilidade da área de instalação e operação dos empreendimentos vem sendo utilizados para a sua classificação no licenciamento ambiental, consoante Decreto Estadual nº 47.383/18 e DN COPAM nº 217/2017, já que observado o critério locacional.

Desse modo, a conversão das multas para sua destacada destinação em áreas reconhecidamente prioritárias por meio de critérios técnicos certamente contribuirá para a recuperação de biomas ameaçados por ações antrópicas irregulares.

### **3. CONCLUSÃO**

Esperamos que essas breves considerações possam ser úteis para tornar o Programa Estadual de Conversão de Multas Ambientais, previsto no Decreto n.º 47.772/2019,

---

<sup>4</sup> Ramos Nilza Patrícia; Luchiari Junior, Ariovaldo - Monitoramento ambiental  
[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAGO1\\_73711200516719.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAGO1_73711200516719.html)

referência de ação efetiva na tutela do meio ambiente. Trata-se de uma iniciativa alvissareira que, se atentas às sugestões aqui propostas, certamente contribuirá muito para a mitigação de impactos negativos e eliminação de passivos existentes há séculos.

No mundo extremamente dinâmico que vivemos, é preciso compreender as profundas transformações em curso e selecionar as ideias que valem ser consideradas. A abordagem de recuperação dos danos ambientais, proporcionada pelo Decreto é, sem dúvida, uma boa proposta para enfrentar as questões ambientais pelas quais passa não só o Brasil, mas todo o planeta, especialmente em um cenário de emergência climática que exige celeridade nas tomadas de decisão por todos os atores envolvidos na gestão ambiental. A resolução das questões sociais e ambientais é uma grande oportunidade de se levar em consideração o bem-estar da humanidade e do planeta.

# Capítulo 4

## *A Agricultura Urbana como instrumento para implementação da Agenda 2030 da ONU no Brasil<sup>1</sup>*

*Enaira Liany Bezerra dos Santos*

*Elís Regina Costa de Moraes*

*Zildenice Matias Guedes Maia*

*Ocimara Fernandes Negreiros Oliveira*

*Lenilton Alex de Araújo Oliveira*

*Maria Rosângela Araújo Soares*

**Resumo:** Uma das maiores preocupações atuais é garantir a produção e disponibilidade de alimentos para todos, principalmente num contexto de crescimento acelerado das cidades. A Agricultura Urbana (AU), prática de cultivo de alimentos dentro do ambiente citadino, ressurge como uma resposta a esse e inúmeros desafios que permeiam a questão urbana. O objetivo do presente trabalho foi discutir sobre a Agricultura Urbana enquanto instrumento para a consolidação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 da ONU, focando no cenário brasileiro. Foram selecionados os ODS 1, 2, 11 e 12 para discussão em virtude do maior número de metas diretamente relacionadas à temática. A pesquisa bibliográfica mostrou que o Brasil é um dos países mais distantes do cumprimento da Agenda 2030, especialmente dos ODS discutidos. A AU incita, portanto, novos usos para espaços urbanos, e proporciona entre outros benefícios a segurança alimentar, incentivo à economia local, gestão eficiente de resíduos, participação social, geração de renda e redução das desigualdades e contribui em todos os aspectos para a sustentabilidade urbana. Cabe então a análise da AU à luz de outros ODS não discutidos diretamente no trabalho e de políticas públicas brasileiras, tais como a Política Nacional de Resíduos Sólidos, para avaliar essa prática enquanto instrumento de efetivação de tais legislações de cunho socioambientais no cenário brasileiro.

**Palavras-chave:** Agenda 2030. Agricultura urbana. Segurança Alimentar. Sustentabilidade Urbana. Gestão de Resíduos.

---

<sup>1</sup> O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## 1. INTRODUÇÃO

Até 2050, espera-se que a população urbana quase duplique fazendo da urbanização uma das mais transformadoras tendências do Século XXI (ONU, 2016, p. 3). Discutir a sustentabilidade nas cidades parte do reconhecimento de que a forma como tais ambientes se desenvolveram tornou-se insustentável ao longo do tempo, em termos ambientais, econômicos e sociais. Aos poucos, essa discussão ganhou espaço dentro de fóruns, encontros e acordos internacionais correlatos ao tema. O termo Sustentabilidade é conhecido classicamente como aquele que “satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as futuras gerações satisfazerem as suas próprias necessidades” (ONU, 1991). A questão da sustentabilidade está intrinsecamente ligada ao estilo de vida das pessoas, às condições e oportunidades e às vulnerabilidades a que as pessoas são submetidas, seja no meio urbano ou rural.

Uma das maiores preocupações atuais é garantir a produção e disponibilidade de alimentos para todos. Para Jan Gehl (2015) um dos pontos-chave para o futuro é garantir as necessidades das pessoas no meio urbano, visto que hoje a população urbana é maior que a rural. Nesse sentido, a Agricultura Urbana emerge como uma estratégia importante para alcançar tal objetivo. De acordo com Oliveira e Santos (2018) a Agricultura Urbana (AU) se refere ao desenvolvimento de práticas agrícolas dentro das cidades, a partir do uso de vazios urbanos. Historicamente, a questão agrícola foi sendo associada ao meio rural (FERREIRA; CASTILHO, 2016, p. 67), porém Jacobs (1971) argumenta que a agricultura foi responsável pelo próprio aparecimento das cidades, visto que a humanidade abandonou o estilo de vida nômade a partir das primeiras iniciativas de cultivo de alimentos. Assim, existe uma ligação intrínseca entre a agricultura e a cidade.

Existe também o termo Agricultura Periurbana, que se refere àquela praticada em um espaço que não é propriamente urbano ou propriamente rural. Assim, a agricultura periurbana é praticada ao redor dos centros das cidades, sendo essas áreas de confrontação ou de transição (OLIVEIRA; SANTOS, 2018, p. 58). As duas modalidades de cultivo, apesar de terem sido invisibilizadas ao longo das décadas, têm tomado espaço nas práticas que buscam segurança alimentar, sustentabilidade urbana e qualidade de vida nas cidades. Como mostrado por Maas, Malvestiti e Gontijo (2020), a AU tem como principais benefícios o incentivo do reuso de resíduos gerados dentro do ambiente citadino (a promoção de atividades de compostagem, por exemplo), a redução no consumo de energia para produzir e transportar os alimentos e a prevenção à contaminação ambiental oriunda do uso de defensivos químicos. O cultivo de alimentos no meio urbano tende, nesse sentido, a estar em consonância com as agendas ambientais e merece destaque em discussões e acordos socioambientais e econômicos.

Hoje, o que pode-se ter como o principal documento norteador de políticas públicas e outras iniciativas de viés sustentável a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável da ONU. A Agenda 2030 compila 17 principais objetivos que contemplam os três pilares do Desenvolvimento Sustentável (social, econômico e ambiental), e que são objetivamente fragmentados em 169 metas (ONU, 2015). A partir disso, cabe a todas as camadas sociais destinar esforços e estratégias para implementação e cumprimento dos ODS da Agenda 2030 a nível local e global.

Nesse sentido, Young (2018) citado por Sotto et al. (2019) afirmam que qualquer iniciativa com esse fim deve ser pensada a partir da articulação de dois ou mais ODS, visto que a própria Agenda foi pensada de forma integrada e qualquer esforço que se debruça apenas sobre um ODS tende a não alcançar seus objetivos. Iniciativas que trabalhem não

só um, mas um conjunto de objetivos em sua totalidade tendem a potencializar o alcance das metas traçadas no âmbito da ONU em 2015 e assim contribuir para a sustentabilidade, principalmente no meio urbano.

Assim, ressurgem algumas metodologias importantes que integram múltiplos ODS ao longo de suas aplicações. Uma dessas, conforme aponta Zanotto (2016) é a Agricultura Urbana. Torna-se necessário destinar esforços para popularizar a AU como uma estratégia viável e eficiente para processos de sustentabilidade nas cidades. O objetivo do presente trabalho foi discutir sobre a Agricultura Urbana enquanto instrumento para a consolidação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 da ONU, focando no cenário brasileiro.

## 2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O trabalho se baseou em pesquisa bibliográfica sistemática, que de acordo com Gil (2007), se desenvolve a partir da leitura de trabalhos científicos publicados anteriormente sobre as temáticas relativas ao estudo. A pesquisa tem caráter exploratório a fim de buscar maior familiaridade com a temática. As buscas por trabalhos foram realizadas nas plataformas Portal Periódicos CAPES e *Science Direct* utilizando as palavras-chave “Agricultura Urbana”, “Sustentabilidade Urbana”, “Cidades Sustentáveis” e “Agenda 2030” com o tempo das publicações definido entre 2017-2022. Além dessa busca geral, foram utilizados como documentos para a discussão a própria Agenda 2030 (ONU, 2015) e o V Relatório Luz da Sociedade Civil da Agenda 2030 (GTSC, 2021). Cada ODS foi analisado e suas metas relacionadas com a Agricultura Urbana a fim de selecionar os ODS com maior número de metas correlatas à temática. Ao fim, o trabalho se debruçou sobre quatro Objetivos de Desenvolvimento Sustentável para discussão, sendo eles: ODS 1, 2, 11 e 12, que tratam respectivamente sobre Erradicação da pobreza, Fome zero e Agricultura Sustentável, Cidades e Comunidades Sustentáveis e Consumo e Produção Responsáveis.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apesar de existir respaldo legal para que se concretize o ideal da Cidade Sustentável nos municípios brasileiros, a maioria desses se encontra distante de ser considerada sustentável. Para Souza e Albino (2018), isso só irá acontecer quando as cidades se comprometerem com o desenvolvimento de projetos, ações, políticas públicas e programas voltados à educação socioambiental de qualidade. O envolvimento da sociedade, do Poder Público, das empresas e de diversos organismos sociais é imprescindível para que as cidades se tornem ambientes sustentáveis e adequados às regras legais em vigor (SOUZA; ALBINO, 2018, p. 96).

Espaços urbanos destinados ao estabelecimento da AU tendem a atender uma série de demandas socioambientais já reconhecidas dentro das cidades, tais como a falta de alimentos, a necessidade de espaços verdes e de espaços públicos para socialização, além da redução da vulnerabilidade socioambiental das pessoas. De acordo com a Organização das Nações Unidas para Alimentação e a Agricultura (FAO, 1996), esses espaços englobam quintais, telhados ou jardins de frutas e legumes, estando em locais abertos ou fechados, e que geralmente produzem em pequena escala. A AU está relacionada com múltiplos ODS da Agenda 2030, como pode ser observado na tabela 1, que lista os objetivos com maiores números de metas relacionadas.

**Tabela 1** – Relação da AU com ODS e metas da Agenda 2030 da ONU

ODS	META	RESUMO DA META RELACIONADA
ODS 1 - Erradicação da pobreza	Meta 1.1	Erradicação da pobreza extrema
	Meta 1.2	Reduzir à metade as pessoas que vivem na pobreza
	Meta 1.4	Acesso a recursos econômicos, naturais, tecnológicos
	Meta 1.5	Redução da vulnerabilidade (climática e socioambiental)
ODS 2 - Fome Zero e Agricultura Sustentável	Meta 2.1	Acesso a alimentos nutritivos, seguros e suficientes a pessoas em vulnerabilidade
	Meta 2.2	Acabar com a má nutrição
	Meta 2.4	Garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos
	Meta 2.5	Diversidade genética de sementes e plantas cultivadas
ODS 11 - Cidades e Comunidades Sustentáveis	Meta 11.3	Aumentar a urbanização inclusiva sustentável
	Meta 11.4	Proteger patrimônio natural e cultural do mundo
	Meta 11.5	Aumentar a resiliência ambiental de pessoas vulneráveis
	Meta 11.6	Reduzir o impacto ambiental <i>per capita</i> das cidades
	Meta 11.7	Acesso universal a espaços públicos seguros, inclusivos, acessíveis e verdes
ODS 12 - Consumo e Produção Responsáveis	Meta 12.2	Gestão sustentável e uso eficiente dos recursos naturais
	Meta 12.3	Redução do desperdício de alimentos ao longo da cadeia produtiva
	Meta 12.4	Manejo ambientalmente saudável de produtos químicos e todos os tipos de resíduos
	Meta 12.5	Reduzir a geração de resíduos
	Meta 12.8	Garantir o fluxo de informações relevantes e conscientização para o desenvolvimento sustentável.

Fonte: Autoras, 2022.

O alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável é analisado, no Brasil, principalmente pelo Grupo de Trabalho da sociedade civil para a Agenda 2030, que reúne 57 organizações (entre elas não governamentais, movimentos sociais, universidades e fundações) que acompanham e analisam o desempenho do Brasil em relação à Agenda 2030. O último relatório do GT (GTSC A2030, 2021) foi publicado no ano de 2021 e traz uma síntese do *status* das 169 metas traçadas.

Vale salientar que nenhuma das metas apresentou alcance satisfatório de acordo com o documento, que adota uma abordagem crítico-propositiva e aponta uma série de caminhos para o cumprimento da Agenda no território brasileiro. No geral, o documento caracteriza que o Brasil é um dos países mais distantes do cumprimento da Agenda. Das

metas, 92 (54,4%) estão em retrocesso; 27 (16%) estagnadas; 21 (12,4%) ameaçadas; 13 (7,7%) em progresso insuficiente; e 15 (8,9%) que não dispõem de informação (GTSC A2030, 2021, p. 6).

O principal motivo apontado pelo GT é o desmantelamento de todo o arcabouço legal em relação à questão socioambiental, a desregulamentação de instâncias fiscalizadoras e a falta de fomento a políticas públicas focadas na construção de uma sociedade mais justa. Os ODS 1, 2, 11 e 12 tiveram a maioria das suas metas ficaram entre as seguintes posições: i) em retrocesso, quando as políticas ou ações de alcance foram interrompidas, mudadas ou ficaram sem orçamento; ii) ameaçada, quando mesmo sem retrocesso a meta se encontra em risco em função da inação; e iii) estagnada, quando não houve avanço ou retrocesso significativo.

Em relação ao ODS 1, todas as metas relacionadas à AU estão em retrocesso. Houve um aumento da faixa de pessoas em extrema pobreza e aumento na taxa de desocupação, sendo a maior desde 2012. O volume de área incorporada para distribuição a partir do Programa Nacional de Reforma Agrária (PNRA) também diminuiu e o orçamento para políticas públicas de redução da vulnerabilidade também sofreu diminuição, como mostrado pelo GT.

**Tabela 2** – Alcance das metas relacionadas diretamente à AU

ODS	META	ALCANCE DAS METAS
ODS 1 - Erradicação da pobreza	Meta 1.1	Retrocesso
	Meta 1.2	Retrocesso
	Meta 1.4	Retrocesso
	Meta 1.5	Retrocesso
ODS 2 - Fome Zero e Agricultura Sustentável	Meta 2.1	Retrocesso
	Meta 2.2	Ameaçada
	Meta 2.4	Retrocesso
	Meta 2.5	Estagnada
ODS 11 - Cidades e Comunidades Sustentáveis	Meta 11.3	Ameaçada
	Meta 11.4	Sem dados
	Meta 11.5	Retrocesso
	Meta 11.6	Ameaçada
	Meta 11.7	Retrocesso
ODS 12 - Consumo e Produção Responsáveis	Meta 12.2	Estagnada
	Meta 12.3	Estagnada
	Meta 12.4	Retrocesso
	Meta 12.5	Estagnada
	Meta 12.8	Retrocesso

Fonte: adaptado de GTSC A2030, 2021.

Assim, temos mais pessoas incluídas na faixa de extrema pobreza, menos pessoas trabalhando, menos terras para distribuir para quem precisa e menos recursos e esforços centrados na redução da vulnerabilidade socioambiental a qual essas pessoas estão submetidas. Por mais que exista a baixa disponibilidade de terras, a AU tende a suprir todas as lacunas citadas para o cumprimento das metas, principalmente por requerer



terras menores para produção e pelo potencial de ocupação das pessoas em vulnerabilidade.

No Brasil uma característica importante da AU, de acordo com Araújo (2016) é que é praticada, em maior quantidade, em contextos de vulnerabilidade socioambiental e surge como resistência da população local. Isso demonstra a necessidade não só de desenvolver estratégias de sustentabilidade ambiental nas cidades, mas de aliar também à questão socioeconômica. Porém, não basta manter as práticas de AU apenas nas periferias, como também é preciso expandir as experiências para os mais diversos grupos e locais da cidade, principalmente àquelas pessoas que mais consomem recursos ambientais e consequentemente têm um impacto ambiental *per capita* maior que as pessoas em vulnerabilidade.

De acordo com Maas, Malvestiti e Gontijo (2020), algumas cidades brasileiras que estão avançadas em termos de Políticas Públicas de incentivo à AU são as cidades de São Paulo (SP), Curitiba (PR), Brasília, Porto Alegre (RS) e Belo Horizonte (MG). Independente da AU estar ou não inserida concretamente numa cidade, existem inúmeros desafios a serem superados para a implantação de práticas eficazes. Ferreira e Castilho (2016) fazem uma discussão sobre AU na cidade de Recife (PE) e levanta a problemática da não inclusão desta atividade e das pessoas envolvidas no planejamento urbano da cidade, o que pode aumentar ainda mais a vulnerabilidade das pessoas envolvidas no processo. Justo (2020) se dedica a identificar e interpretar toda a dinâmica da produção orgânica no meio urbano de São Paulo (SP), mostrando o quanto os grupos sociais são atuantes e que essa modalidade de agricultura tem se fortalecido.

Quanto ao ODS 2 o cenário também não é otimista. De acordo com o Relatório Luz, cerca de 60% dos brasileiros se encontravam em situação de insegurança alimentar no ano de 2020. Além disso, houve uma tendência de aumento de pessoas em estado de desnutrição, ao passo que também foi notado aumento das taxas de sobrepeso e da obesidade. A meta 2.4 mantém-se em retrocesso: em 2019 a liberação de novos agrotóxicos bateu o recorde de 474 novos produtos, mas em 2020 esse número foi ainda maior, com 493 agrotóxicos liberados (GTSC A2030, 2021, p. 17).

A agricultura urbana em relação à segurança alimentar vem ganhando destaque em várias cidades do Brasil (SOUSA et al., 2020, p. 64). Sousa et al. (2020), ao pesquisar a contribuição da AU para a soberania alimentar em seis hortas da cidade de Palmas-TO, identificou que a produção das pessoas envolvidas tinha o objetivo principal de alimentação e o excedente era comercializado. Além disso, o dinheiro poupado era utilizado de outras formas, o que possibilita diretamente uma melhoria nas condições financeiras das famílias envolvidas.

Mais que o fortalecimento da AU, pode-se observar que essa prática comumente está ligada também à agricultura orgânica, conforme discute Maas, Malvestiti e Gontijo (2020). Para isso, existe a necessidade de empoderar as pessoas para a gestão de hortas e espaços comunitários de produção de alimento, promovendo uma menor dependência dessas pessoas em relação à ação do Estado. Para os autores, a AU cumpre seu papel enquanto desempenhada com base agroecológica.

A produção de alimentos no espaço urbano tornou-se tradição em vários países do mundo, principalmente nos desenvolvidos, apesar de apresentar custos e restrições, a AU desempenha um papel relevante no aumento da segurança alimentar e do bem-estar da população, principalmente nas comunidades marginalizadas pela desigualdade e estrutura capitalista (CARNEIRO; PEREIRA; GONÇALVES, 2016, p. 58). Savian, Boff e Boff

(2021) realizam uma discussão sobre AU à luz do ODS 11 e analisam as práticas ao longo das regiões brasileiras, constatando que o cultivo de alimentos no meio urbano ocorre em todas as regiões, porém se encontra menos presente no nordeste brasileiro.

A perspectiva em relação ao objetivo 11 também não é de cumprimento no Brasil. Os esforços destinados à mobilidade, habitação e alimentação da população vulnerável diminuíram. A política de gestão de desastres e catástrofes no Brasil vem retrocedendo, com as práticas predatórias das grandes empresas e a desregulamentação das restrições para preservação de biomas (GTSC A2030, 2021, p. 71).

Marçal et al. (2021) realizam a análise do território da cidade de Goiânia relacionando a AU como uma estratégia para adaptação das cidades no contexto das mudanças climáticas. Em relação ao sequestro de carbono, os autores constataram que a área urbana destinada ao cultivo de alimentos dentro da cidade pode resultar na captura de 5.536.764,60 toneladas de CO<sup>2</sup> da atmosfera em 20 anos. Porém os principais problemas continuam sendo promover a mobilização social das pessoas e conseguir apoio do governo em todas as suas esferas.

Alguns apontamentos lançados pelo Relatório Luz para o cumprimento do ODS 11 se relacionam diretamente com espaços destinados à Agricultura Urbana: destinar esforços para saneamento ambiental, gerenciamento de resíduos sólidos e planejamento e gestão desses; incentivar participação social na implementação de políticas públicas de desenvolvimento urbano e ampliar áreas verdes dentro do perímetro urbano.

No que tange à gestão sustentável dos resíduos urbanos, o ODS 12 traz metas concretas sobre a temática. As inseridas na tabela 1 dizem respeito ao alcance da gestão sustentável dos resíduos, à redução do desperdício de alimentos *per capita* e ao longo da cadeia produtiva, ao alcance do manejo sustentável de todos os resíduos para minimizar impactos negativos, redução da geração de resíduos através do reuso, reciclagem e prevenção e garantir o acesso à informação para conscientização em relação ao desenvolvimento sustentável.

Uma das principais contribuições que a AU traz em relação à gestão de resíduos é a possibilidade de reaproveitamento do que é gerado dentro das próprias cidades, especialmente os resíduos orgânicos. É inegável o fato de que a gestão de resíduos sólidos orgânicos representa um gargalo na busca da sustentabilidade, tanto a nível local quanto global. O fato desses resíduos terem pouca visibilidade nas legislações, somado ao próprio estigma da sociedade sobre eles, dificulta a destinação e tratamento corretos desse tipo de resíduo. O último relatório da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2021) estima que, por ano, cada pessoa gera em média 170 kg de resíduos orgânicos, e esses resíduos constituem um total de 45,3% do total de RSU gerados no Brasil. Atrás desse tipo de resíduo, ficaram o plástico (16,8%), rejeitos (14,1%), papel e papelão (10,4%) e outros tipos de resíduos com menores percentuais.

Alguns dos dados mais recentes em relação aos resíduos sólidos orgânicos foram trazidos no Diagnóstico Temático de Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos (SNIS, 2021). O levantamento foi feito em 4.589 municípios brasileiros (82,4% do total do país) e identificou 74 unidades de compostagem espalhadas pelo Brasil que foram responsáveis por tratar 0,27 milhão de toneladas de resíduos orgânicos. Nesse contexto, fica nítida a urgência de impulsionar experiências de compostagem por todo o território nacional a partir do investimento em tecnologias, pesquisas e práticas de popularização desse processo.

Todas as metas do ODS 12 se encontram, no Brasil, estagnadas ou em retrocesso. De acordo com a GTSC A2030 (2021), o país ainda apresenta índices elevados de má gestão de resíduos de todos os tipos. A prática da coleta seletiva ainda se encontra com pouca aderência e houve uma diminuição da participação social dentro dos conselhos que têm objetivo de discutir sobre a questão socioambiental. De acordo com o relatório, precisa-se desenvolver metodologias para mensurar o consumo direto e indireto dos recursos naturais, aprimorar políticas públicas existentes, identificar como ocorre o desperdício alimentar, assegurar uma difusão ampla da discussão e de experiências e ampliar o investimento em pesquisas que trabalhem sobre a gestão de resíduos sólidos.

Tapia et al. (2021) estruturou e analisou os benefícios da Agricultura praticada em ambiente urbano. Elas foram agrupadas em quatro eixos, sendo eles i) Resiliência ambiental e eficiência de recursos: regulação climática, recuperação de terras, conservação do solo e gestão hídrica; ii) Inclusão social: engajamento comunitário, participação social, interações culturais; iii) Segurança alimentar e geração de renda: produção de alimentos, gestão de resíduos alimentares, geração de empregos e iv) Projeto urbano sustentável: maior disponibilidade de áreas verdes, acesso a espaços públicos de qualidade e outros.

Resta centrar esforços para que a AU seja vista e receba incentivos governamentais, uma vez que essa prática contribui para uma série de melhorias dentro dos centros urbanos. A integração da Agricultura Urbana às políticas públicas em distintas áreas do governo é um desafio para desenvolver ações concretas em prol do desenvolvimento urbano sustentável (SAVIAN; BOFF; BOFF, 2021, p. 9).

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Concluimos, nesse sentido, que a AU contribui para a implementação de múltiplos ODS da Agenda 2030, em especial os ODS 1, 2, 11 e 12, que tratam respectivamente da Erradicação da pobreza, Fome zero e agricultura Sustentável, Cidades e Comunidades Sustentáveis e Consumo e produção responsáveis. Foi possível identificar que os ODS têm metas que estão distantes de serem alcançadas, o que demanda repensar no que está sendo feito. A AU tem o potencial de atuar para suprir as lacunas apontadas, resta fortalecê-la.

Além dos ODS listados, outros também se relacionam com a temática da AU com três ou menos metas diretamente correlatas. Entre eles, tem-se: i) ODS 3 – Boa Saúde Bem-estar; ii) ODS 4 – Ensino de Qualidade; iii) ODS 10 – Redução das Desigualdades; e iv) ODS 13 – Ação contra a Mudança Global do Clima. Contudo, esses ODS não foram discutidos diretamente no trabalho em função da seleção daqueles com mais metas relacionadas diretamente à AU, o que não significa dizer que esta não atue efetivamente para o cumprimento de outros objetivos da Agenda.

De forma geral, a AU incita novos usos para espaços urbanos, transformando-os em espaços coletivos que promovam uma melhor alimentação das pessoas, incentivo na economia local, reutilização de resíduos gerados dentro do ambiente citadino, a convivência e integração de pessoas, redução da desigualdade social, empoderamento da comunidade e, como fim último, a sustentabilidade urbana.

A Agricultura Urbana tem potencial para catalisar o cumprimento da Agenda 2030 e, por ser uma prática multi, inter e transdisciplinar, deve ser discutida à luz de outros ODS e de outras realidades. Além do cumprimento dos ODS, é importante que a AU seja analisada à luz das políticas públicas socioambientais e econômicas brasileiras, visando avaliar o seu

papel na efetivação dessas leis, tais como a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e outros instrumentos legais de proteção socioambiental.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## REFERÊNCIAS

- [1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA (ABRELPE). Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2021. São Paulo: ABRELPE, 2021.
- [2] ARAÚJO, Alessandra Silva. O planejamento urbano e ambiental na construção de Cidades sustentáveis: as hortas urbanas comunitárias em Porto, Portugal, e em Belo Horizonte, Brasil. *Revista Eletrônica do Centro Interdisciplinar de Estudos sobre a Cidade*, v. 8, n. 2, 2016. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/urbana/article/view/8647045> Acesso: 15 Jan 2022.
- [3] CARNEIRO, M. F. B.; PEREIRA, L. A. G.; GONÇALVES, T. M. Agricultura Urbana e Segurança Alimentar no Brasil: desafios e perspectivas. *Revista Desenvolvimento Social*, n. 19, v. 01, 2016. Disponível em: <https://www.periodicos.unimontes.br/index.php/rds/article/view/1901> Acesso: 16 Mar 2022
- [4] FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANISATION OF THE UNITED NATIONS. 1996. Disponível em: <http://www.fao.org/urban-agriculture/es/&gt> Acesso: 15 Dez 2021.
- [5] FERREIRA, R. J.; CASTILHO, C. J. M. de. Agricultura urbana e gestão territorial em Recife/PE/Brasil: qual o lugar da agricultura urbana no planejamento da cidade? *Ateliê Geográfico*, v. 10, n. 2, p. 65-81, 2016. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/atelie/article/view/35747/21654> Acesso: 2 Jan 2022
- [6] GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 2002.
- [7] GRUPO DE TRABALHO DA SOCIEDADE CIVIL PARA A AGENDA 2030. V Relatório Luz da Sociedade Civil Agenda 2030 de Desenvolvimento Sustentável no Brasil. GTSC A2030: 2021. Disponível em: <https://gtagenda2030.org.br/relatorio-luz/relatorio-luz-2021/> Acesso: 10 dez 2021
- [8] JACOBS, Jane. La economía de las ciudades. Barcelona: Edición 62 S/A, 1971.
- [9] GEHL, Jan. Cidades para as pessoas. São Paulo: Perspectiva, 2015.
- [10] JUSTO, Marcelo. Agroecologia e agricultura urbana na cidade de São Paulo: movimentos socioespaciais e socioterritoriais. *Revista NERA*, v. 23, n. 55, p. 218-242, set.-dez., 2020. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/nera/article/view/6671> Acesso: 15 Jan 2022
- [11] MAAS, L.; MALVESTITI, R.; GONTIJO, L. A. O reflexo da ausência de políticas de incentivo à agricultura urbana orgânica: um estudo de caso em duas cidades no Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 36, n. 8, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/H8nKFyJjDjvhjvHPJ8FzjgTH/?lang=pt> Acesso: 15 Out 2021
- [12] MARÇAL, Débora et al. Urban and peri-urban agriculture in Goiânia: the search for solutions to adapt cities in the context of global climate change. *Urban Climate*, v. 35, n. 100732, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212095520301644> Acesso: 10 Mar 2022
- [13] OLIVEIRA, A. C. N. de.; SANTOS, E. V. M. A importância da agricultura urbana: um estudo sobre o programa Eco Hortas Comunitárias no município de Campos dos Goytacazes – RJ. *Revista Cerrados*, v. 16, n. 2, p. 51-68, 2018. Disponível em: <https://www.periodicos.unimontes.br/index.php/cerrados/article/view/1080> Acesso: 20 Jan 2022
- [14] Organização das Nações Unidas. Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/> Acesso: 15 Jan 2020
- [15] Organização das Nações Unidas. Nosso Futuro Comum. Comissão Mundial Sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. 2.ed. São Paulo: Editora da FGV, 1991.

- [16] Organização das Nações Unidas. Habitat III: A Nova Agenda Urbana (em português). Quito, 20 de Outubro de 2016. Disponível em: <http://uploads.habitat3.org/hb3/NUA-Portuguese.pdf> Acesso: 15 Dez 2021
- [17] SAVIAN, M.; BOFF, P.; BOFF, M. I. C. Pode a agricultura urbana contribuir para o desenvolvimento de cidades e comunidades sustentáveis? *Research, Society and Development*, v. 10, n. 5, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/14926/13422> Acesso: 15 Mar 2022
- [18] SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. Diagnóstico Temático de Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos. Ministério do Desenvolvimento Regional: Brasília, 2021. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnosticos> Acesso: 15 Fev 2022
- [19] SOUSA, Tatiana de Oliveira et al. Agricultura Urbana: contribuições para segurança alimentar e a renda familiar das famílias horticultoras de Palmas-TO. *Humanidades e Inovação*, v. 7, n. 14, 2020. Disponível em: <https://revista.unitins.br/index.php/humanidadeseinovacao/article/view/3417> Acesso: 10 Jan 2022
- [20] SOUZA, M. C. da S. A. de.; ALBINO, P. L. Cidades sustentáveis: limites e possibilidades conceituais e regulatórios. *Revista de Direito e Sustentabilidade*, v. 4, n. 1, 2018. Disponível em: <https://indexlaw.org/index.php/revistards/article/view/4388> Acesso: 13 Jan 2022
- [21] SOTTO, Débora et al. Sustentabilidade urbana: dimensões conceituais e instrumentos legais de implementação. *Estudos Avançados*, v. 33, n. 97, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/zxSGtbCVxzKVSfZnGs3DWct/?lang=pt> Acesso: 15 Jan 2022
- [22] TAPIA, Carlos et al. Monitoring the contribution of urban agriculture to urban sustainability: an indicator-based framework. *Sustainable Cities and Society*, v. 74, 103130, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210670721004121> Acesso: 1 Abr 2022
- [23] ZANOTTO, Luciana Carolina. Semeando o almoço na laje: Manual de implementação de hortas urbanas em comunidades de baixa renda, uma alternativa frente a problemas de desigualdade social. Dissertação (Mestrado em Práticas em Desenvolvimento Sustentável), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2016

# Capítulo 5

## *Trilhas Agroecológicas: Saberes populares e produção sustentável*

*Jardiel Gaia da Hora*

*Ariadne Enes Rocha*

*Ana Maria Aquino dos Anjos Ottati*

*Itaan de Jesus Pastor Santos*

**Resumo:** A Educação Ambiental é uma estratégia de conscientização e processo formativo para alcançar a sustentabilidade entre o uso dos recursos naturais e as condições socioeconômicas. O objetivo desse projeto é implantar a ação de trilhas agroecológicas, com apresentação da paisagem natural e das unidades produtivas na comunidade Igarauá, São Luís-MA. O povoado Igarauá está localizado na Zona Rural de São Luís, formada por agricultores familiares e alunos da rede municipal e estadual de ensino. Como forma de contribuir para a conservação da vegetação existente e potencializar a comercialização de produtos para os visitantes, o projeto pretende instituir trajetos de visitação, com diferentes níveis de dificuldade, capacitar a comunidade, quanto   condução de trilhas, práticas agrícolas sustentáveis, baseados em princípios agroecológicos e enriquecer as áreas de mata com o plantio de mudas nativas. Foram desenvolvidas palestras sobre temas relacionados a educação ambiental, trilhas, e ecologia florestal. Foram definidos tipo de trilha, percursos, perfil do público e pontos de visitação, com produção de material didático digital. A comunidade   disseminadora de ideias através do acesso ao conhecimento científico elaborado e contextualizado com sua realidade. Durante a execução da aço forma coletados dados e imagens para a produção de material informativo. A criação da Trilha Agroecológica em Igarauá é um referencial, uma unidade demonstrativa, da utilização de áreas preservadas como espaço educativo, com potencial de geração de trabalho e renda.

**Palavras-chave:** agroecologia; educação ambiental não formal; zona rural.

## 1. INTRODUÇÃO

A ação de extensão através das Trilhas Agroecológicas vem de encontro às ações governamentais previstas na Lei nº 11.365/2020 de 19 de outubro de 2020 que cria a Escola Ambiental do Estado do Maranhão cuja finalidade é viabilizar a execução do Plano Estadual de Educação Ambiental do Maranhão para sensibilização socioambiental e geração de trabalho e renda.

A Educação Ambiental é compreendida como processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (Art. 1º da Política Nacional de Educação Ambiental).

A Educação Ambiental é uma estratégia de conscientização e processo formativo para alcançar a sustentabilidade entre o uso dos recursos naturais e as condições socioeconômicas.

No Maranhão é uma das Unidades da Federação que apresentou os menores rendimentos médios, com R\$ 1.287. A proporção de trabalhadores em ocupações informais alcançou no Maranhão 65,4%, com um dos menores rendimentos médio e mediano, R\$ 637 e R\$ 406, nessa ordem. Quando se observa o nível geográfico de Unidade da Federação, para a linha internacional de pobreza, destaca-se o Maranhão com 1 em cada 5 residentes na situação de indigência pela ótica estritamente monetária e o acesso domiciliar à Internet de 65,6% (IBGE, 2020).

A erradicação da pobreza em todas as suas formas e dimensões, incluindo a pobreza extrema, é o maior desafio global e um requisito indispensável para o desenvolvimento sustentável nas suas três dimensões: econômica, social e ambiental.

No município de São Luís possui 1.011.943 habitantes, de 6,714 milhões da população do Estado do Maranhão, com 56.343 habitantes pertencentes à zona rural, fazendo parte de uma população de importância significativa na oferta de alimentos *in naturas*, presentes em feiras regulares e rotativas.

Como forma de contribuir para melhorar das práticas agrícolas e conseqüentemente na qualidade de vida destes produtores agrícolas, servindo como disseminadores de ideias através do acesso ao conhecimento científico elaborado e contextualizado com sua realidade desenvolvessem através de oficinas teorias/práticas e trilhas a serem executadas na Fazenda Escola São Luís na Universidade Estadual do Maranhão, Campus São Luís.

O presente documento descreve um elenco de atividades de natureza educativa, elaborado para atuar com agricultores tradicionais e alunos das redes públicas, com intuito de serem disseminadores de ideias através do acesso ao conhecimento científico elaborado e contextualizado com sua realidade, valorizando do campo, como estratégia de garantir a segurança alimentar, conservação do meio ambiente e permitir a geração de emprego-renda na zona periurbana de Ilha de São Luís.

As Trilhas Agroecológicas estão vinculadas ao Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 8 - Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo, e trabalho decente para todos, Objetivo 11 - Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resistentes e sustentáveis, Objetivo 12 - Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis e Objetivo 17 - Fortalecer os

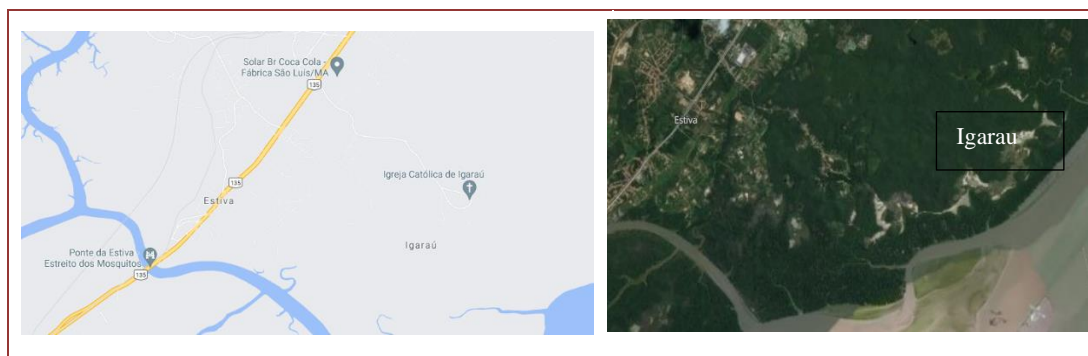
meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ATUAÇÃO

O Povoado Igarauá fica localizado na Zona Rural de São Luís na proximidade da Estiva (Figura 1).

**Figura 1.** Localização do povoado Igarauá na Zona Rural de São Luís-MA



Fonte: <https://www.google.com.br/maps/@-2.750985,-44.3460592,14z?hl=pt-BR>

### 2.2. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Para que as trilhas sejam estruturadas para a visita foram realizadas visitas de reconhecimento da área e o levantamento preliminar de identificação das espécies que fazem parte do percurso. Para tornar a visita mais atrativa e informativa, as espécies estão sendo descritas e serão confeccionadas placas com curiosidades.

Após a seleção do percurso I, a identificação das espécies e unidades produtivas já implantadas na comunidade, foram listadas dos mesmos a importância socioeconômica e ambiental a serem apresentadas aos visitantes na forma de exposição oral.

A sinalização é um fator que merece atenção especial, pois se bem planejada e organizada produz excelentes resultados, sendo assim serão colocados em pontos estratégicos, setas e indicadores que dão suporte para os condutores e visitantes ao longo do percurso. Os visitantes foram guiados por condutores da comunidade de Igarauá.

Os passeios guiados geram conhecimento e trocas de experiências, suscitando questionamentos acerca das implicações resultantes da nossa relação com a natureza.

Serão estabelecidas parcerias com o Programa Educação Ambiental Não Formal da Escola Ambiental – SEMA, na atividade Produção de material didático teórico e lúdico - eixo V - apoio a processos de educação ambiental, por meio da elaboração de materiais educativos a serem distribuídos nas comunidades e nas escolas, bem como o Programa Agente Jovem Ambiental – SEMA na atividade Práticas Sustentáveis – Eixo IV - contribuir na execução de projetos de educação ambiental, apoiando o desenvolvimento de atividades de educação ambiental com vistas a ampliar a consciência ambiental das comunidades, a exemplo da coleta seletiva, arborização, campanha contra o abandono de animais, contra ocupações irregulares em áreas de preservação.



As palestras e oficinas teóricas/práticas foram sobre as temáticas listadas abaixo, com atenção as normas sanitárias vigentes:

- a) Educação ambiental
- b) Ecologia florestal
- c) Construção de trilhas
- d) Comercialização

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1. EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Revolução industrial de 1760, asserção da burguesia na Europa e o avanço de tecnologia de produção, são termos sinônimos para os problemas como os impactos ao meio ambiente. Isto é, os interesses capitalistas coincidem com o estado indo de encontro contrário ao meio ambiente e aos meios progressivos de desenvolvimento ambiental.

Por essa razão, em 1975 a Assembleia Geral da ONU desenvolveu uma estrutura global para a educação ambiental, a carta de Belgrado. Consiste em propostas de desenvolvimento harmônico entre o homem e meio ambiente, considera o fim das formas básicas da pobreza, da fome, do alfabetismo, da contaminação e da exploração e dominação. (DIAS, G. F, 2011).

Desenvolver e melhora métodos ecológicos, incorporando o homem com o meio ambiente para reduzir os impactos ambientais e garanti a sobrevivência. Portanto, existe dois objetivos preliminares:

- I. Esclarecer o significado de conceitos básicos: aqui, para cada país e constituição de sua própria cultura, tais como a, qualidade de vida e os direitos e deveres do homem, no contexto do ambiente global, trata de compreender essas noções como são compreendidas por outras culturas além das fronteiras nacionais;
- II. Identificar as ações: é uma forma que garanti evitar a obliteração dos recursos naturais, preservação e melhoria dos meios progressivos do homem e que favoreça o bem-estar social e individual, em harmonia com o ambiente ecossistêmico e com o ambiente criado pelo homem.

Os principais objetivos da EDUCAÇÃO AMBIENTAL são:

**Tomada de consciência:** desenvolve meios de interação entre o homem e meio ambiente por meio da educação, ocorre às pessoas e aos grupos sociais sensibilizando para a consciência do meio ambiente;

**Conhecimentos:** transferi saberes às pessoas e aos grupos sociais de forma recíproca de modo que não haja uma dicotomia na compreensão do meio ambiente em sua totalidade, dos problemas associados e da presença e função da humanidade neles, o que necessita uma responsabilidade crítica;

**Capacidade de avaliação:** Acorre às pessoas e aos grupos sociais estimar medidas e os programas de educação ambiental tangenciando assim os fatores ecológicos, políticos, sociais, estéticos e educativos.

De acordo com (DIAS, G. F, 2011) a educação ambiental possui os seguintes parâmetros, considerando suas observações da carta de Belgrado. São elas:

- a) A Educação Ambiental possui há intenção de construir valores enobrecidos em sua totalidade, ou seja, natural e criado pelo homem, ecológico, econômico, tecnológico, social, legislativo, cultural e estético;
- b) A Educação Ambiental precisa está em processo incessante, permanente, tanto dentro como fora da escola promovendo a troca de saberes;
- c) A Educação Ambiental deve adotar um método interdisciplinar;
- d) A Educação Ambiental precisa enfatizar a participação ativa na prevenção e solução dos problemas ambientais;
- e) A Educação Ambiental deve examinar as principais questões ambientais em uma perspectiva mundial, considerando, ao mesmo tempo, as diferenças regionais;
- f) A Educação Ambiental deve se basear nas condições ambientais atuais e futuras;
- g) A Educação Ambiental deve examinar todo o desenvolvimento e crescimento a partir do ponto de vista ambiental;
- h) A Educação Ambiental deve promover o valor e a necessidade da cooperação a nível local, nacional e internacional, na solução dos problemas ambientais.

Além disso, A Educação Ambiental tornou-se constitucional no Brasil, amparada pelo Art. 225 do capítulo VI da constituição de 1988 a firma “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

O inciso VI dessa lei atribui ao Estado: “promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente” dando-lhe a incumbência e total responsabilidade para promover em todos os níveis de ensino a educação Ambiental.

### 3.2. TRILHA ECOLÓGICA

Trilha ecológica é uma atividade que envolve o deslocamento ou caminhamento de pessoas dentro de uma área de preservação permanente (APP), atividade essa, que permite a interação das pessoas com o ecossistema, serve como estímulo para o público refletir sobre a importância da conservação ambiental.

As trilhas já fazem parte do aspecto científicos e cultural presenta na sociedade, servindo como atividade de recreação, pratica esportiva, contemplação da natureza, estudos e ecoturismo, ou seja, dando a essa atividade grande importância econômica e sociocultural, atribuindo-lhe contato direto com a natureza. (EISENLOHR, at al. 2013).

Nessa perspectiva as trilhas englobam maiores grupos de pessoas de interesse distintos, mas que assume valores ecológicos genuínos.

As trilhas ecológicas estão inseridas no processo de Educação Ambiental, não somente por este está fundamentada na Lei nº9795/1999, que dispõe sobre a Política Nacional da Educação Ambiental, mas também pelos movimentos migratórios da história da humanidade que se caracterizou-se por sua taxa de crescimento constante. Atualmente as trilhas ecológicas constituir um importante vetor de desenvolvimento associado com o turismo rural, pois interage com o maior número de outros setores da economia, induzindo ao crescimento nesse setor (SILVA et al, 2012). As trilhas podem ser classificas

quanto a função, formas, dificuldade e atividades segundo ANDRADE, W. J.; ROCHA, R. F, 2008.

As trilhas por se tratar de instrumento de manejo sociocultural destacam-se de acordo com o visitante e o lugar, despertando a compreensão e apreciação dos recursos naturais e culturais atraindo e envolvendo as pessoas para a tarefa de conservação do meio ambiente. (MENDES, 1994).

Em áreas de preservação permanente (APP) ou até mesmo em outras áreas naturais as trilhas podem classificar-se quanto à função, forma e grau de dificuldades:

As trilhas podem ser utilizadas de inúmeras funções: administrativos – normalmente realizados por guardas ou vigias; pelo público em geral – em atividades educativas e/ou recreativas, esta é dividida, em trilhas curtas - distância de até 2.500 m de extensão, trilhas de interpretação, e trilhas longas de 2.500 a 5.000 m.

As trilhas ainda possuem duas subclassificações quanto aos recursos de interpretação ambiental:

- i.** Trilha Guiada: é aquela realizada com acompanhamento de um guia/condutor, tecnicamente capacitado para estabelecer um bom canal de comunicação entre o ambiente e o visitante, oferecendo segurança a todos na caminhada;
  - ii.** Trilha Autoguiada: permite que o visitante tenha contato com o meio ambiente sem a presença de um guia, dispondo assim, apenas de recursos visuais, orientando-se apenas por mapas, gps, gráficos e outros. (ANDRADE, W. J.; ROCHA, R. F, 2008).
- a) Quanto à forma:**
- i.** Trilha Circular: oferece a possibilidade de se voltar ao ponto de partida sem repetir o percurso ou cruzar com outros visitantes;
  - ii.** Trilha em Oito: oferece a possibilidade de se voltar ao ponto de partida sem repetir o percurso ou cruzar com outros visitantes;
  - iii.** Trilha Linear: é o formato de trilha mais simples e comum. Geralmente seu objetivo é conectar o caminho principal com algum destino como lagos, mirantes, cavernas, picos...;
  - iv.** Trilha em Atalho: seu início e fim estão em diferentes pontos de uma trilha ou caminhos principais. (ANDRADE, W. J.; ROCHA, R. F, 2008).

**b) Quanto ao grau de dificuldade**

Dificuldade	Descritivos
<b>Fácil</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crianças e idosos</li> <li>• Alguém em boas para caminhadas</li> <li>• Trilhas em boas condições</li> <li>• Muito pouco ganha de elevação</li> </ul>
<b>Moderada</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alguém em boas para caminhadas</li> <li>• Trilhas em boas condições</li> <li>• Maior aumento do percurso / comprimento da trilha</li> <li>• Ganho moderado de elevação</li> </ul>
<b>Extenuante</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alguém em excelente condição de caminhada / escaladas</li> <li>• Trilhas nem sempre estão disponíveis / trecho em escalada</li> <li>• Aumento significativo do percurso / comprimento da trilha</li> <li>• Ganho extremo de elevação</li> <li>• Necessário conhecimentos técnicos de caminhada / escalada.</li> </ul>

**c) Classificação das atividades**

- i. Grau A: passeios leves sem a intenção de desenvolver alguma atividade física. Não requer experiência anterior;
- ii. Grau B: requer alguma atividade física e experiência de camping. Em geral não será necessário carregar uma mochila pesada;
- iii. Grau C: requer condicionamento físico, pois as trilhas podem ser longas, acidentadas e/ou cansativas. Em geral, envolve pernoite na trilha;
- iv. Grau D: requer um bom condicionamento físico e experiência básica em montanhismo: camping, caminhadas em clima adverso, manuseio de equipamentos. Pode exigir o fator altitude (acima de 4.000m);
- v. Grau E: aqui a pessoa desenvolver intensa atividade física durante muitos dias em lugares de difícil acesso. É necessária experiência comprovada em montanhismo. (ANDRADE, W. J.; ROCHA, R. F, 2008).

**3.3. AGROECOLOGIA**

A agroecologia é uma forma de agricultura que incorpora agricultura sociais, políticas culturais, energia, meio ambiente e ética. São aspectos da agroecologia baseada na sustentabilidade, isto é, os conceitos de agroecologia coincidem com as práticas e manejo da agricultura orgânica.

No entanto, agroecologia não somente está associada aos meios de produção no campo ou os meios progressivos de sustentabilidade, mas também possui caráter filosófico. Indente-se que, a agroecologia possui várias ramificações ou movimentos que surgiram aparte do século XX por conceitos que valorizavam o uso da matéria orgânica e outras

práticas culturais favoráveis aos processos biológicos (EMBRAPA, Inf. Tecnológica, 2006). Essas ramificações foram agrupadas em quatro linhas de conhecimento:

- I. Na Europa surgiu a primeira, a agricultura Biodinâmica, iniciada por Rudolf Steiner em 1924;
- II. A segunda, à Agricultura Orgânica, criada por Albert Howard entre 1925;
- III. Agricultura Biológica, idealizada por Hans Muller no mesmo período;
- IV. No Japão iniciou-se em 1935 a Agricultura Natural baseada nas ideias de Fukuoka e Mokiti Okada.

Podemos afirmar que, a agroecologia no ponto de vista histórico é tão antiga quanto as origens da agricultura, isto é, agricultura indígena, tradicional e camponesa.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As atividades formais do projeto tiveram início em setembro de 2021 com apresentação do projeto aprovado, avaliação metodológica e definições de acordos de convivência devido a condição sanitária, com finalidade de garantir a execução do projeto e segurança quanto contágios da covid 19. A reunião foi conduzida com a presença dos representantes da Associação de Moradores do Igarau e seus familiares.

Paralela a essa ação, o bolsista foi orientado a realização do estudo das principais temáticas a ser abordadas na comunidade e revisão de literatura sobre a tipologia vegetal do povoado.

A primeira oficina educativa foi sobre o tema TRILHAS AGROECOLÓGICAS, com objetivo de apresentar a definição de trilhas, seleção dos percursos, identificação dos pontos de parada, informações que devem ser apresentadas, capacitação dos condutores, definição do público visitante, avaliação e monitoramento.

Com uma equipe integrada pela Uema e Comunidade foi percorrido o primeiro percurso de visita, denominada TRILHA DA JUÇARA, que será descrita no tópico seguinte:

Seguindo as ações planejadas, ocorreu a oficina de Comercialização, ministrada pela Prof.<sup>a</sup> Dra. Ana Maria Aquino Ottati, que tivera como pauta: a comercialização de produtos agrícolas oriundos da comunidade por meio de feiras, incorporando saberes populares e produção sustentável; os itens discutidos com a comunidade foram:

- i. O que é comércio? será o ato de vender? não somente: é apresentação de produtos; programação da produção; exibição da produção; e escalonamento de produtos.
- ii. Programação da comercialização: quem vai vender o que; quem vai ficar na barraca de vendas; e como será a entrega dos produtos pelos produtores.
- iii. Como se organiza a comercialização na trilha: O "centro de comercialização" ficará no ponto de partida da trilha; na volta as pessoas poderão fazer suas compras.
- iv. Beneficiamento de produtos da propriedade: hortaliças, mel, juçara, doces de frutas, biscoitos, mingau de milho, bolos típicos, sucos, salgados de macaxeiras e refeições dentre outras variedades que a comunidade pode oferecer.

Em seguida foi trabalhado com a comunidade a condução de trilha, mediante agendamento com a comunidade. Em 03 de dezembro de 2021 foi realizada a primeira trilha guiada, com participação da profa. Ariadne Rocha, do bolsista e dos futuros

condutores da comunidade. O primeiro grupo conduzido na trilha agroecológica de Igarau foram alunos do Programa Ensinar da Universidade Estadual do Maranhão orientados pela professora Regina Célia, do curso de geografia. Houve como objetivo desenvolver a Educação Ambiental de forma prática e substancial, explorando o espaço natural, flora e fauna, chamado à atenção para a importância da preservação (Figura 2).

**Figura 2.** Trilha Agroecologia do discentes do Programa Ensinar, Uema



Fonte: PACHECO (2021).

Ao longo do tempo de execução do projeto foram conduzidas cinco trilhas conduzidas em percurso predefinidos, sendo que anteriormente ocorriam caminhadas ou passeios na região (Tabela 1).

**Tabela 1.** Amostragem de visitas realizadas no momento do estudo na Trilha Agroecológica de Igarauá – São Luís-MA

Data	Grupo	Nº de visitantes
03/12/2021	Alunos do Programa Ensinar- UEMA.	27
04/03/2021	Grupo de Aventureiros.	7
08/05/2022	Encontro Nacional das Mulheres Negras e Indígenas.	42
06/11/2022	Trilha guiada na Festa da Juçara	36
07/12/2022	Oficina de Processamento de Alimentos	14
21/01/2023	Entrega das Placas de Sinalização da Trilha e Encontro com Representantes e entidade de governamentais.	37

A Trilha Agroecológica do Igarauá fez parte da programação do Encontro Nacional das Mulheres Negras e Indígenas em maio de 2022. Na oportunidade, representantes de diversas instituições do país participaram da Trilha da juçara e compartilharam os relatos sobre a metodologia de trilhas para o meio rural.

**Figura 3.** Encontro Nacional das Mulheres Negras e Indígenas, Igarauá, São Luís-MA



Fonte: Rocha (2022).

Durante a safra da juçara a comunidade tradicionalmente realizada a Festa da Juçara para amigos e familiares, nessa oportunidade foi acrescentado na programação do evento a realização da trilha. A Trilha Agroecológica de Igarau é uma estratégia de apresentação da produção local para os visitantes, permitindo que conheçam sobre plantas nativas, horta, plantio de feijão, plantio de gramas, cultivo de plantas ornamentais e recursos hídricos (Figura 4).

**Figura 4.** Visitantes na Festa da Juçara, Igarau, São Luís-MA



Fonte: Rocha (2022).

A oferta de produtos para grupos de visitantes das trilhas é uma das estratégias de ampliar as estratégias de comercialização de produtos. Nos dias de trilhas agendadas e festejos é instalada a feira organizada pelos produtores do povoado. São ofertados produtos tais como: bolos, biscoitos caseiros, sucos, coco d'água, farinha de mandioca, hortaliças em geral produzidas na comunidade, o vinho da juçara, frutas diversas, artesanatos e refeições (Figura 5 e 6).

**Figura 5.** Feirinha montada para comercialização de produtos em dias de Trilha, Igarau, São Luís-MA



Fonte: HORA (2023).



**Figura 6.** Exposição de produtos agrícolas e culinária local para o público da trilha, Igarauá, São Luís-MA



Fonte: PACHECO (2021).

Durante o esse processo de desenvolvimento dos trabalhos à comunidade, houve uma oficina de Tecnologia de Alimento ministrada pela professora Fabiana Brito, contemplando o aproveitamento integral de alimentos, frutos e hortaliças cultivados na comunidade para que sejam ofertados nas feiras e na trilha (Figura 7).

**Figura 7.** Oficina de Processamento de Alimentos, Igarauá, São Luís-MA



Fonte: BRITO (2022).

O processo auto avaliativo foi constante realizado sempre depois de cada trilha, com finalidade analisar e melhorar processos (Figura 8).

**Figura 8.** Orientação para a condução da Trilha, Igarauá, São Luís-MA



Fonte: HORA (2023).

A Trilha Agroecológica de Igarauá, por meio do recurso previsto do projeto, apresenta identidade visual definida com camisas e bonés para condutores, e a identificação dos pontos de paradas nas Trilhas da Juçara e principais pontos de visitação como Lago e Porto (Figura 9).

**Figura 9.** Placas de sinalização com identificação dos pontos de parada durante o percurso, Igarauá, São Luís-MA



Fonte: HORA (2023).

#### 4.1. TRILHA DA JUÇARA: DEFINIÇÃO DO PERCURSO

##### I. Definição do tipo de trilha

- a. Classificação de acordo com sua função: recreativa e interpretativa
- b. Classificação quanto à forma: linear
- c. Classificação quanto o grau de dificuldade: caminhada leve
- d. Classificação quanto a declividade do relevo: plana
- e. Classificação quanto aos recursos utilizados para a interpretação ambiental: guiadas.

##### II. Seleção dos percursos

- a. Definição da dimensão de cada trilha potencial: 874 m

##### III. Definição do público visitante

- a. Adultos, jovens e crianças

##### IV. Identificação dos pontos de parada

###### 1- Ipê caraíba

- Pertence à família das Bignoniaceae e gênero *Tabebuia*
- Nome científico: *Tabebuia caraiba* (Mart.) Bureau
- Origem: Nativo

CAP (cm)	Altura total (m)	Uso
71	9	Madeira para construção civil, construção rural e reflorestamento.

\*CAP – Circunferência a Altura do Peito (1,3m)

O Ipê caraíba, planta da espécie da flora Brasileira possui características da vegetação caatinga e cerrado, seu nome ***caraíba*** vem da língua tupi e significa “*lenho forte e duro*” de condições silvestre, possui uma florada de rara beleza que causa inspiração e encanto a quem a vê. A árvore é excepcional para o paisagismo, e assim como exemplares nativos no Brasil, tem grande valor ecológico para reflorestamentos da flora nativa (Figura 10).

**Figura 10.** Ipê caraíba, povoado Igarauá, São Luís-MA



Fonte: Rocha (2021).

## 2- Juçara ou Açaí

- Pertence à família das Arecaceae e gênero Euterpe
- Nome científico: Euterpe oleraceae Mart.
- Origem: Nativa

CAP (cm)	Altura total (m)	Uso
41	7	Polpa, vinho, madeira para construções rurais, artesanato, medicinal.

\*CAP – Circunferência a Altura do Peito (1,3m)

A *Euterpe oleraceae* ou popularmente juçara, é um símbolo da mata atlântica pelo valor cultural e econômico, o nome juçara vem da língua tupi **yu'sara** do que significa "Palmito-

doce” e Açaí que provém de *iá-çaí* “o fruto que chora”. Rica em antocianina, a juçara possui benefícios a saúde como: redução de doenças coronarianas, atividades antioxidantes e anticancerígenas (Figura 11).

**Figura 11.** Juçara, povoado Igarauá, São Luís-MA



Fonte: Rocha (2021).

### 3- Inajá

- Pertence à família das Arecaceae
- Nome científico: *Attalea maripa* (Aubl.) Mart.
- Origem: Nativa

CAP (cm)	Altura total (m)	Uso
66	15	Alimentação humana e da fauna silvestre

Palmeira nativa do Brasil, é uma espécie oleaginosa de ocorrência nas florestas tropicais brasileiras. A polpa, ou seja, o mesocarpo do fruto do inajá pode ser consumido *in natura* e/ou na forma de vinho. A amêndoa do inajá é rica em ácidos graxos e ácido láurico, aproveitável para produção de óleo natural. O nome vem da língua tupi *ina'ya*, relativo à “palmeira inajá” (Figura 12).

**Figura 12.** Frutos de Inajá ou anajá



Fonte: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/57357166/colheita-antecipada-do-inaja-garante-o-teor-de-oleo-das-amendoas>

#### 4- Horta Gamboa

##### a) Coco

- Pertence à família das Arecaceae
- Nome científico: *Cocos nucifera* L.
- Origem: Asiático

CAP (cm)	Altura total (m)	Uso
80	8	Alimentação humana, medicinal

Palmeira de clima tropical, o coqueiro é uma planta que pode ser cultivada em quase todo o Brasil com destaque no Nordeste. É considerado uma farmácia ambulante, um dos grandes valores medicinais da carne ou pupa do coco reside em seu grande conteúdo em fibras e potássio. Podem-se aproveitar diversas partes da planta, como o fruto, as folhas, a inflorescência, entre outros produtos e subprodutos (Figura 13).

**Figura 13.** Coco da Bahia, povoado Igarauá, São Luís-MA



Fonte: Rocha (2021).

**b)** Babaçu com atracadeira

- Pertence à família das Arecaceae
- Nome científico: *Attalea speciosa* Mart.
- Origem: Nativa

CAP (cm)	Altura total (m)	Uso
142	12	Alimentação humana e silvestre, cosméticos, construções rurais, óleo, leite de coco, medicinal

É uma espécie de grande relevância para as comunidades tradicionais, já que todas as suas partes apresentam potencial de uso. As folhas são usadas na cobertura de casas, no artesanato, o estipe na estrutura e parede das moradias. Os frutos são usados como fonte de energia, as amêndoas como alimento e no fabrico de cosmético.

A “atracadeira” ou abraçadeira é uma planta parasita que pode levar a morte da palmeira (Figura 14).

**Figura 14.** Babaçu com 'atracadeira', povoado Igarauá, São Luís-MA



Fonte: Rocha (2021).

**c)** Canteiros com hortaliças

A produção de hortaliças é realizada em canteiros (1m x 23m), com a utilização de material orgânico (esterco bovino, palhada, restos culturais e lodo) como adubação. A estratégia de trabalho é comunitária, com participação de homens e mulheres de todas as idades (Figura 15).

Produtos da horta: quiabo, melancia, alface, cebolinha, coentro, rúcula, pimenta malagueta e pepino.

**Figura 15.** Horta Gamboa, povoado Igarauá, São Luís-MA



Fonte: Rocha (2021).



**d) Pequi**

- Pertence à família das Caryocaraceae do gênero *Caryocar*
- Nome científico: *Caryocar brasiliense* Cambess
- Origem: Nativo

CAP (cm)	Altura total (m)	Uso
123+123	20	Alimentação humana e silvestre, medicinal

O Brasil é o centro de dispersão do Gênero *Caryocar*, popularmente chamado de Pequi. Árvore símbolo do Cerrado, é protegida por lei, a Portaria N<sup>o</sup> 113 (29/12/1995, IBAMA), reporta que é proibido o corte e a comercialização do pequizeiro nas regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste. O pequizeiro é uma planta perene, classificada como frutífera ou oleaginosa, em razão das suas características e formas de utilização. A polpa do fruto, possui teores médios de vitamina C e amêndoa possui teores de proteína chegam até 54% e no óleo, de 42,2% a 47% (Figura 16).

**Figura 16.** Pequizeiro, povoado Igarauá, São Luís-MA



Fonte: Rocha (2021).

**e) Banana pacovan**

- Pertence à família das Musaceae
- Nome científico: *Musa* sp
- Origem: Ásia

CAP (cm)	Altura total (m)	Uso
27	2,5	Alimentação humana e silvestre, medicinal

As bananeiras (*Musa spp.*) esta entres os frutos mais consumido no mundo. É uma importante fonte de nutrientes, possuindo vitaminas A, B<sup>1</sup>, B<sup>2</sup>, niacina e vitamina C minerais como: Ca, K e Fe possui também baixos teores de calorias e gorduras considerando a banana como um calmante intestinal pelas suas propriedades químicas (Figura 17).

**Figura 17.** Banana pacovan, povoado Igarauá, São Luís-MA

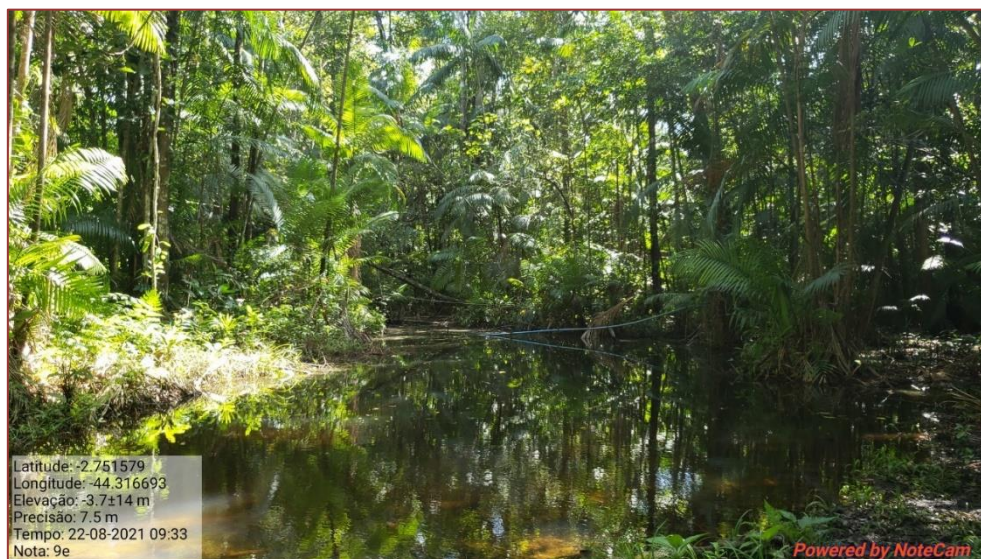


Fonte: Rocha (2021).

## 5- Riacho Gamboa

O Riacho “Urucurana” abastece a irrigação da Horta Gamboa. É uma importante fonte de água para a comunidade e para a manutenção da vegetação de entorno (Figura 18).

**Figura 18.** Ricaho Gamboa, povoado Igarauá, São Luís-MA



Fonte: Rocha (2021).

#### 6- Bordão de velho

- Pertence à família das *Mimosaceae*
- Nome científico: *Samanea tubulosa* (Benth.) Barneby & J.W.Grimes
- Origem: Nativa

CAP (cm)	Altura total (m)	Uso
150+7	11	Alimentação humana e silvestre, medicinal

Árvore nativa de ocorrência natural está entre as melhores leguminosas para uso em pastagens, silviculturais das árvores e silvipastoril (ILPF), pois apresenta porte, copa e base da copa altos. Influencia diretamente na fertilidade do solo no sombreamento, tanto na pastagem quanto nos animais. A planta identificada está com presença de parasita, erva de passarinho (Figura 19).

**Figura 19.** Bordão de velho com presença de erva de passarinho, povoado Igarauá, São Luís-MA



Fonte: Rocha (2021).

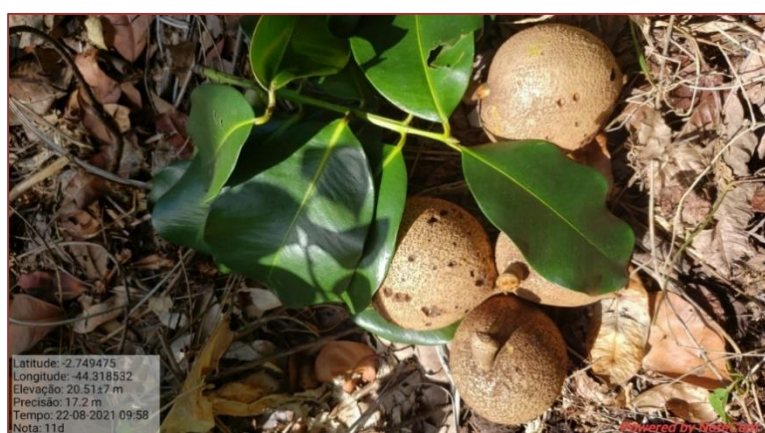
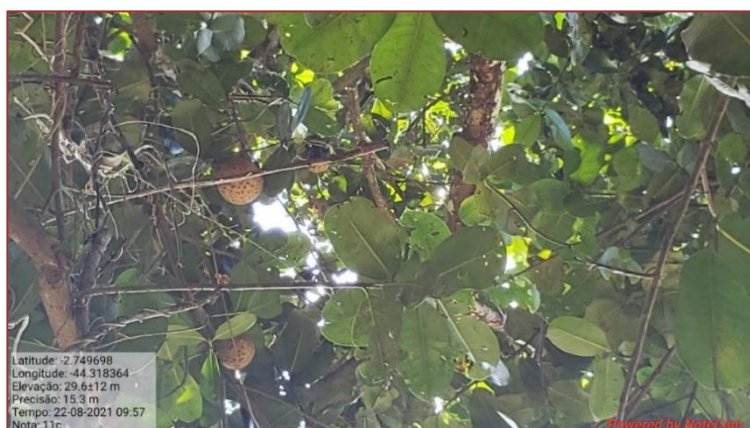
#### 7- Abricó

- Pertence à família das *Clusiaceae*
- Nome científico: *Mammea americana* L
- Origem: Índia ocidental

CAP (cm)	Altura total (m)	Uso
150+24	15	Alimentação humana e silvestre, medicinal

O abricoteiro é uma espécie de planta exótica de porte arbóreo, o fruto é uma drupa volumosa, possui várias aplicações no campo da medicina popular no tratamento de doenças como: cálculos renais, hipertensão arterial, deficiência das vitaminas C e B<sub>1</sub> (tiamina). As suas sementes são potentes vermífugos (anti-helmíntico) e rico em riboflavina (vitamina B<sub>2</sub>) (Figura 20).

**Figura 20.** Abricó, povoado Igarauá, São Luís-MA



Fonte: Rocha (2021).

## 8- Cupuaçu

- Pertence à família das *Sterculiaceae*
- Nome científico: *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum.)
- Origem: Nativo da Amazônia

O cupuaçu está presente em toda a bacia amazônica e nordeste do maranhão, o nome cupuaçu vem da língua tupi **kupu** = “cacau” e **uasu** = “grande” é uma espécie adaptada à sobre o que aceita o consócio entre outras plantas, permite resultados econômico e ecológico satisfatório, o fruto do gênero *Theobroma* possui características de drupa e de baga, a polpa é rica em vitamina A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> e C, além de alguns sais minerais e pectina, que melhora os níveis de colesterol no organismo (Figura 21).

**Figura 21.** Cupuaçu, povoado Igarauá, São Luís-MA



Fonte: Rocha (2021).

### 9- Roça no toco

O sistema de cultivo utilizado por pequenos agricultores, roça-de-toco, agricultura itinerante, agricultura migratória, corte e queima ou coivara, constitui uma tradição milenar da maioria das populações indígenas, sendo assimilada pelas populações remanescentes de processos de colonização.

A prática da roça no toco consiste na derrubada e queima da mata ou vegetação secundária para estabelecimento de cultivo agrícola anual, principalmente a mandioca, aproveitando a incorporação dos nutrientes da matéria orgânica queimada ao solo.

**Figura 22.** Roça no toco, povoado Igarauá, São Luís-MA



Fonte: Rocha (2021).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Trilha Agroecológica de Igarauá possui percursos planejada para todas as idades, a condução nesses percursos pode ser estabelecida até um determinado grupo, como por exemplo: grupos de idosos, grupos de crianças menores e pessoas sedentárias que podem ter graus de limitações.

Com vários níveis de dificuldades para diferentes grupos de pessoas a trilha só poderá ser agendada e conduzida por pelo menos duas pessoas da comunidade habilitadas para essa atividade, assim, por motivos de segurança a trilha não poderá ser realizada sem a presença de pelo menos duas pessoas guias até que eles concluem todo o percurso, principalmente grupos formados por crianças.

Assim, garantir a segurança, garantir a oferta de serviços diferenciados e possibilidade de comercialização. Portanto, todas as vezes que se oferta a trilha também é ofertado produtos, produtos produzidos na própria comunidade, tais com: lanches, artesanatos e hortaliças.

O processo de aprendizado e interação, desenvolvendo uma atividade educativa e que tem potencial de gerar trabalho e renda tem permitido o aprendizado do discente e oportunizará a comunidade difundir a ideia das trilhas agroecológicas para outros territórios.

## 6. MECANISMOS DE DIVULGAÇÃO

O principal meio de divulgação utilizado pelo programa forma o Instagram @sustentabilidade\_Igarau com 98 publicações e utilizado para agendamento da trilha e a produção de vídeo divulgado no Programa Uema Extensão da Proexae e Ascom da Uema.

## REFERÊNCIA

- [1] ANDRADE, W. J.; ROCHA, R. F. da. Manual de trilhas: um manual para gestores. IF Sér. Reg., São Paulo, n. 35, p. 1-74, maio 2008.
- [2] DIAS, G. F. Educação Ambiental - princípios e práticas. 9. ed. São Paulo: Editora Gaia Ltda, 2011. v. 1. 551p.
- [3] EISENLOHR, PEDRO VASCONCELLOS; MEYER, LEILA; MIRANDA, PEDRO LUIZ SILVA DE; REZENDE, VANESSA LEITE; SARMENTO, CRISTIANE DIAS E; MOTA, THAÍS JEANNE RAFAELLY DE CARVALHO; GARCIA, LETÍCIA COUTO; MELO, MARIA MARGARIDA DA ROCHA FIUZA DE. Trilhas e seu papel ecológico: o que temos aprendido e quais as perspectivas para a restauração de ecossistemas. Hoehnea, v. 40, p. 407-418, 2013.
- [4] Marco referencial em agroecologia / EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 70 p. ISBN 85-7383-364-5 1. Agricultura alternativa. 2. Ecologia. 3. Pesquisa agrícola. 4. Política agrícola. 5. Políticas públicas. I. Mattos, Luciano. II. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa).
- [5] MENDES, A.C; WITNES, L.H.O; RACHWAL, M.F.G. ANALISANDO A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA TRILHA ECOLÓGICA E ARBORETO DA Embrapa Florestas, I EVENTO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA Embrapa Florestas Colombo – 03 a 05 de dezembro de 2002: 1994.

**DEMONSTRATIVO DO PROJETO (Preenchimento obrigatório)**

Eixo temático: EDUCAÇÃO AMBIENTAL				
Município de ação: SÃO LUÍS				
Fonte financiadora externa: UEMA				
Parceria (governo federal, estadual, municipal, ONG, associações, entre outras): ASSOCIAÇÃO DE MORADORES DA DO IGARAÚ				
Trabalho desenvolvido em escola (nome da escola e identificar se é público ou privado): xxx				
ETAPA	Público atingido nas operações		Público total	Carga horária*
	Direto	Indireto		
Parcial	30	60	90	160h
Final				
TOTAL				
Perfil do público-alvo: Povos tradicionais: agricultores, pescadores, extrativistas e estudantes				

**DESCRIÇÃO DA EQUIPE**

Nº	Função na Equipe	Nome Completo	Função**	Curso	Centro (Sigla)
1	Orientador (a)	Ariadne Enes Rocha	Professor efetivo	Agronomia	UEMA
2	Colaborador (a)	Ana Maria Aquino dos Anjos Ottati	Professor efetivo	Agronomia	UEMA
3	Colaborador (a)	Itaan Pastor Santos	Professor efetivo	Veterinária	UEMA
4	Colaborador (a)	João Soares Gomes Filho	Professor efetivo	Zootecnia	UEMA
5	Colaborador (a)	Georgiana Eurides de Carvalho Marques	Membro de outra IES - IFMA	Química	IFMA
6	Colaborador (a)	Fabio Pierre Fontenele Pacheco	Aluno da pós-graduação	Programa de Pós-graduação de Agroecologia	UEMA
7	Discente bolsista	Jardiel Gaia da Hora		Agronomia	UEMA



# Capítulo 6

## *Sem abelhas, sem alimento: Sensibilização acerca da importância das abelhas e da apicultura na comunidade escolar de Currais Novos/RN*

*Érick Dantas Bernardo*

*Laiane Fernandes da Silva*

*Laira Fernandes da Silva*

*Letícia Cristina Rodrigues de Medeiros*

*Maria Júlia Costa de Oliveira*

*Saint Clair Lira Santos*

**Resumo:** As abelhas são as principais responsáveis pela polinização e processo de reprodução das plantas, corroborando assim na produção da maior parte dos alimentos no mundo, além de atuarem na produção de mel e outros produtos apícolas. A abelha africanizada (*Apis mellífera*) é a principal espécie utilizada na elaboração dos principais produtos apícolas. Esses produtos apresentam diversas propriedades nutricionais, antimicrobianas e terapêuticas. Apesar de o mel possuir alto teor de vitaminas, minerais, valor energético elevado, ação antioxidante e antisséptica, ainda é notória a carência de informação a respeito do seu papel ecológico, que consequentemente elege uma posição às abelhas que não as valoriza devidamente. Isso pode ser notado, por exemplo, em sua estigmatização, ainda muito presente em maior parte da sociedade brasileira, a qual enxerga-as como insetos maléficos devido ao seu caráter defensivo. Por essa razão, com o intuito de sensibilizar a comunidade escolar de Currais Novos/RN acerca da importância econômica, social e ambiental das abelhas e da apicultura e, consequentemente, desconstruir conceitos nocivos a respeito desses insetos, foi executado o projeto Sala Temática Abelha e Mel (STEAM) no IFRN - Campus Currais Novos. A realização do projeto contou com a visita de aproximadamente 600 pessoas, distribuídas em 7 escolas, que desenvolveram, no local, a consciência ecológica e tiveram a sua curiosidade estimulada acerca dos aspectos citados. Por fim, o objetivo de disseminar conhecimentos científicos sobre os aspectos biológicos e funcionais das abelhas e de seus produtos, bem como de enfraquecer a estigmatização referente ao tema foi alcançado com êxito.

**Palavras-chave:** Abelhas, sensibilização, apicultura, mel, produtos apícolas.

## 1. INTRODUÇÃO

A abelha africanizada (*Apis mellifera*) é uma abelha social pertencente à família Apidae, da ordem Hymenoptera, sendo uma híbrida de espécies ocidentais de abelha com abelhas africanas. Se popularizou no Brasil e hoje é a principal espécie utilizada na apicultura. Além da produção de mel e outros produtos apícolas, gerando renda para inúmeras famílias, as abelhas são responsáveis pela polinização, processo de reprodução das plantas e que é responsável pela produção da maior parte dos alimentos no mundo. Além disso, é essencial na manutenção do ecossistema global (BOMFIM, OLIVEIRA & FREITAS, 2017).

Nesse contexto, a apicultura pode ser definida como a criação racional de abelhas exóticas (*A. mellifera*), tendo como objetivo, por exemplo, fins comerciais e de lazer. Além disso, há a produção de mel, própolis, geleia real, pólen, cera de abelha e apitoxina. Essa atividade tem se mostrado como uma excelente alternativa para a diversificação agrícola, representando uma significativa fonte de renda para os agricultores familiares e sendo considerada uma tarefa de baixo impacto ambiental, que contribui diretamente para a preservação do ecossistema (BARBOSA *et al.*, 2007).

Os principais produtos apícolas encontrados são o mel, a própolis, a cera, a geleia real, o pólen e a apitoxina. Esses produtos apresentam diversas propriedades nutricionais, antimicrobianas e terapêuticas, sendo, assim, amplamente comercializados. Ao final de seus respectivos processamentos, os produtos apícolas devem apresentar máxima qualidade exigida pela legislação, sem alterações que danifiquem a composição ou que prejudiquem a saúde do consumidor (FEITOSA *et al.*, 2020).

Dentre esses produtos, sem dúvida, o mais consumido é o mel. Ele é um alimento conhecido mundialmente por seus atributos benéficos, especialmente por sua qualidade sensorial açucarada, agradando o consumidor tanto na utilização alimentícia, quanto ao ser relacionado a outras finalidades, já que tem atraído boa parte da população por se apresentar como um produto orgânico. Sendo elencado por manifestar vantagens em suas propriedades nutricionais, devido ao teor de vitaminas, minerais e valor energético elevado, e por suas propriedades medicinais, que é o caso da ação antioxidante e antisséptica, relacionada a compostos fenólicos, o mel representa sempre uma boa opção na alimentação humana (MOREIRA & MARIA, 2001).

O desestímulo ao consumo do leque de produtos apícolas disponíveis se sustenta em diversos fundamentos. Segundo Correia (2017), entrevistados afirmaram em sua maioria a falta de hábito, seguida da desconfiança da qualidade e do preço do produto. Pode-se notar, portanto, a desvalorização do mel, que é indicada pela associação quase instantânea a tais pré-conceitos, que por ser um produto tão benéfico deveria ser facilmente reconhecido como um alimento seguro. Dessa forma, encarece na população a quebra dessa barreira limitante ao olhar para as abelhas e seu papel ecológico, social e econômico.

Nesse sentido, é notório que a sociedade ainda estigmatiza as abelhas, enxergando-as como insetos maléficos que acarretam prejuízos à saúde humana devido ao seu caráter defensivo, motivo o qual, junto com a agricultura intensiva, o uso de defensivos agrícolas, a poluição ambiental e as alterações climáticas, faz com que espécie fique ameaçada. Além disso, a falta de conhecimento acerca do mel e dos outros produtos é pujante na sociedade, sendo estes ainda pouco consumidos.

Portanto, é mais que necessário a disseminação de informações, através de algum meio, que desmitifiquem essa ideia nociva das abelhas, salientando sua importância nos

âmbitos social, econômico e ambiental, e, também, o papel grandioso que os produtos apícolas têm nos vários ramos da indústria, principalmente, na alimentícia.

Partindo desses pressupostos, o seguinte projeto tem como objetivo fazer um trabalho de sensibilização acerca da importância das abelhas, da apicultura e dos produtos apícolas no contexto escolar do ensino fundamental e médio do município de Currais Novos/RN, por meio de uma sala temática, denominada Sala Temática Abelha e Mel (STEAM) que facilite o aprendizado do público-alvo. Isso será realizado como uma estratégia colaborativa ao desenvolvimento da consciência ambiental e social dos alunos a respeito desse tema.

## 2. METODOLOGIA

A escolha do local demonstra o intuito de integração entre o IFRN e as demais escolas do município. Com o planejamento adequado, foi possível que os professores e alunos de escolas da rede pública e privada da cidade de Currais Novos e de outros municípios da região visitassem a sala temática no local, gerando assim uma aproximação com a instituição.

### 2.1. REALIZAÇÃO DO PROJETO

O local estabelecido para a realização das atividades práticas do projeto integrador foi o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – *Campus Currais Novos*.

A ação se deu em uma sala localizada na recepção do *campus*, área cedida pela instituição para a construção do ambiente, denominado de sala temática. Foi realizada nos dias 17, 18 e 19 do mês de agosto do corrente ano.

### 2.2. CONSTRUÇÃO DA SALA TEMÁTICA

A lógica de exposição seguiu uma ordem específica dividida em cinco setores, sendo eles: biologia das abelhas, criação e manejo, produção e colheita dos produtos apícolas, análise do mel, curiosidades sobre o mel e as abelhas, e marketing e comércio do mel e outros produtos apícolas. Cada setor apresentou oficinas técnicas dirigidas a um público-alvo esperado de: 200 alunos do ensino fundamental da rede pública de ensino localizada no município, 200 alunos do próprio *campus*, e alguns agricultores familiares, apicultores e meliponicultores.

A realização da sala temática contou com a participação voluntária de 30 alunos do 4º do Curso Técnico Integrado em Alimentos, do turno matutino. Os alunos foram divididos em 6 comissões: um para cada setor já citado, quatro comissões com quatro componentes e uma comissão com cinco componentes; e uma comissão com cinco integrantes para o acolhimento dos visitantes da sala. O grupo composto pelos 5 autores deste projeto ficou responsável pela coordenação geral da sala temática. Foram realizadas reuniões de planejamento no início conforme pode ser visto na figura 1.

O local escolhido para a explanação de conhecimentos foi devidamente caracterizado de acordo com o tema e sua personalidade visual, contando com materiais majoritariamente de papelaria para confecção manual e alguns outros artigos prontos de decoração, conforme pode ser conferido na figura 2. Nesse contexto, houve um grupo de alunos

responsáveis pelo acolhimento dos visitantes, utilizando métodos e estratégias para melhor recepção deles.

**Figura 1** – Alunos voluntários e autores do projeto em reunião geral de comissões para a STEAM. Currais Novos/RN. 2022



**Figura 2** – Ornamentação do local de explanação da comissão “Biologia das Abelhas”. Currais Novos/RN. 2022



No setor “Biologia das abelhas”, foram apresentadas as castas e seus respectivos papéis na colmeia e as fases de desenvolvimento, assim como, de forma breve, sua classificação zoológica. Nessa etapa, ocorreu a exposição de alguns insetários produzidos pelos próprios discentes da respectiva comissão responsável para melhor compreensão dos convidados, além de cartazes, contendo informações e curiosidades do assunto. Também foi realizada a observação de exemplares de abelhas de cada casta (operária, zangão e rainha) através de microscópios.

O setor de criação e manejo apícola abrangeu as técnicas, como são feitas e com que finalidades são aplicadas em uma colmeia. Foram apresentados alguns instrumentos e equipamentos utilizados na criação e manejo de abelhas, como, por exemplo, o macacão utilizado pelos apicultores.

A seguir, através de demonstrações em cartazes de forma dinâmica os alunos voluntários discorreram sobre a linha de produção e colheita do mel, desde a obtenção da matéria prima até o consumo, evidenciando o processo de conversão do néctar em mel, realizado pelas abelhas, conforme pode ser visto na figura 4. Além disso, destacaram-se aspectos químicos e físicos essenciais da produção e colheita do mel e de outros produtos apícolas (cera de abelhas, pólen, própolis, geleia real e apitoxina).

A comissão de análise foi responsável por trazer a seu setor os parâmetros exigidos em uma análise de mel, preconizados pela Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000. Ademais, explicaram como são feitas algumas análises laboratoriais em méis.

As duas últimas comissões foram incumbidas de explicar curiosidades históricas e científicas sobre as abelhas, a apicultura e o mel e pela elaboração de oficinas envolvendo o marketing e o comércio de produtos apícolas, respectivamente. Esta última expor os produtos (mel líquido e em favo e extrato de própolis) para divulgação e venda, inclusive, permitindo auxílio financeiro para algum fim, em virtude da comercialização de produtos advindos da apicultura, seja ela local ou não.

**Figura 3** – Comissão das curiosidades históricas e científicas à respeito da apicultura. Currais Novos/RN. 2022



**Figura 4** – Dinamicidade nas explicações da linha de produção do mel através de cartazes elaborados pelos alunos voluntários. Currais Novos/RN. 2022



### 2.3. PALESTRAS

Foram realizadas duas palestras no primeiro dia de realização da sala temática. Elas foram ministradas por professores capacitados vindos da UFERSA – *Campus Mossoró* e da EMATER.

A primeira, realizada pela manhã, falou sobre a apicultura, as abelhas e a importância delas para o meio ambiente. Já a segunda, realizada à tarde, abrangeu os principais tópicos relacionados à meliponicultura (criação de abelhas sem ferrão).

Ocorreram no auditório da instituição, com a presença de alunos do próprio campus e de escolas do município de Lagoa Nova/RN. Foram utilizados projetores, microfones e *slides* feitos no *Powerpoint*.

**Figura 5** – Palestra Sem abelhas sem alimentos. Dra. Kátia Peres Gramacho - Coordenadora do NCTA/UFERSA. Currais Novos/RN. 2022



**Figura 6** - Abertura e apresentação do projeto e sala temática. Currais Novos/RN. 2022



### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da exposição de conhecimentos que foi alcançada pelas comissões constituintes da sala temática "Abelha e Mel" no IFRN – Campus Currais Novos foi possível contemplar 55 alunos do 8º ano e 22 alunos do 9º ano das escolas municipais João XXIII, localizada em Lagoa Nova - Rio Grande do Norte (RN) e Manoel Belmino dos Santos, localizada em Cerro Corá – RN somadas a 42 alunos das turmas do 8º ano da Escola Municipal Profª. Trindade Campelo. Além disso, 22 alunos do 1º ano do Ensino Fundamental do Colégio Camilo Toscano participaram da experiência de forma satisfatória. Ademais, aproximadamente mais 350 alunos de instituições como Escola Municipal Belmira Viana, Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio Grande do Norte (CBM – RN) e o próprio IFRN – Campus Currais Novos verificaram o projeto. As figuras 8 e 9 espelham a explanação de conhecimentos em ação.

**Figura 7** – Comissão da colheita apresentando os produtos apícolas e linha de produção. Currais Novos/RN 2022



**Figura 8** – Alunos do IFRN – Campus Currais Novos visitando a STEAM. Currais Novos/RN



A partir dos resultados obtidos foi possível constatar a ótima aceitação do projeto pelo público interno (alunos e servidores do IFRN – Campus Currais Novos), assim como do público externo (escolas convidadas). Durante os dias de execução da sala temática "Abelha e Mel" observou-se o crescente interesse advindo de crianças e jovens sobre o mundo da apicultura e suas ramificações, fato este que reafirma a importância social do projeto. O público também demonstrou satisfação durante os horários das palestras ocorridas, interagindo com dúvidas e questionamentos direcionados aos palestrantes. O número de pessoas atendidas exprime em sua totalidade o sucesso da realização da sala temática, assim como a quantidade de estudantes e professores que se capacitaram com os conhecimentos adquiridos. A comunidade da região manifestou o desejo de um segundo evento, sendo o apoio das instituições parceiras fator crucial para a divulgação do mesmo.

#### 4. CONCLUSÃO

A realização da sala temática possibilitou, em síntese, a disseminação de informações de grande importância acerca do universo das abelhas, demonstrando de forma prática, lúdica e concisa que estes insetos tão estigmatizados, na realidade, são essenciais para a manutenção de um planeta saudável. Ainda, proporcionou aos envolvidos uma experiência única, tanto para os discentes e servidores que se puseram ativos na preparação do evento, quanto para os visitantes, oportunizando uma vivência ímpar para eles.

Dessa forma, conclui-se que a inauguração da sala temática "Abelha e Mel" no IFRN – Campus Currais Novos foi responsável por sensibilizar um vasto número de pessoas que fazem parte da comunidade local e região, repassando conhecimentos fundamentais para o desenvolvimento de uma consciência ambiental e social, com ênfase nas abelhas, apicultura e produtos derivados. Além disso, serviu como um estímulo de curiosidade para possíveis ingressantes na instituição, como evidência do número de bagagem que pode ser adquirido ao se tornarem alunos.

Assim, o aprendizado obtido, transformado e entregue durante o tempo de preparação e efetuação do projeto foi primordial para o crescimento de todos como profissionais e pessoas mais cuidadosas e sensíveis com o meio ambiente e, de forma principal, as abelhas, vistas como animais perigosos, porém indispensáveis para a conservação das espécies existentes no mundo. Almeja-se, então, que as futuras turmas do curso Técnico Integrado em Alimentos também se mobilizem na organização de outras salas temáticas, de maneira a fomentar uma melhor compreensão acerca desse assunto que é tão relevante.

#### REFERÊNCIAS

- [1] BARBOSA, A. L. et al. Criação de abelhas (apicultura). Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. 113 p. (ABC da Agricultura Familiar, 18). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/11943/2/00081610.pdf>. Acesso em: 1 jul. 2022.
- [2] BOMFIM, I. G. A.; OLIVEIRA, M. O.; FREITAS, B. M. Curso Técnico em Apicultura: biologia das abelhas. Mediotec, Itaperi, Fortaleza-CE, p. 8-55, 2017.
- [3] CORREIA, L.P.B. et al. Perfil dos consumidores de Produtos Apícolas e dos Estabelecimentos Comerciais no Município de Garanhuns–Pe. Revista Brasileira de Agrotecnologia, v.7, n.2, p.161-165, 2017.
- [4] FEITOSA, A. D. N. A., et al. Produtos apícolas e saúde humana: uma revisão integrativa. Brazilian Journal of Production Engineering, v. 6, n. 7, p. 34-44, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/bjpe/article/view/32791>. Acesso em: 17 jun. 2022.
- [5] MOREIRA, R. F. A.; MARIA, C. A. B. Glicídios no mel. Química Nova, [S.L.], v. 24, n. 4, p. 516-525, ago. 2001. Disponível em: [http://quimicanova.sbq.org.br/detalhe\\_artigo.asp?id=705](http://quimicanova.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=705). Acesso em: 3 jul.2022.
- [6] SANTOS, L. G. et al. Perfil da sanidade apícola em duas regiões do estado de São Paulo, Brasil: apicultura fixa e migratória. Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP, v. 9, n. 3, p. 60-60, 2011. Disponível em: <https://www.revistamvez-crmvsp.com.br/index.php/recmvz/article/view/91>. Acesso em: 1 jul. 2022.

# Capítulo 7

## *Impactos socioambientais no processo de urbanização em São Domingos do Araguaia-PA*

*Valtey Martins de Souza*

*Luiz de Oliveira Silva*

*Andréa Hentz de Mello*

*Nilene Ferreira Cardoso Souza*

**Resumo:** Esse trabalho refere-se aos impactos socioambientais na microbacia hidrográfica do igarapé Açaizal em São Domingos do Araguaia, Pará. Sua justificativa se deve à necessidade de um maior aprofundamento no entendimento da relação da população da área com a microbacia. Estudos apontam que um dos processos causadores de tais impactos é a urbanização. Assim sendo, entende-se que o processo de urbanização brasileiro levou a população de baixa renda a ocupar áreas ambientalmente frágeis. No caso estudado, a precariedade da ocupação faz crescer a vulnerabilidade da mencionada microbacia. Assim, se postula que o crescimento urbano na cidade de São Domingos do Araguaia causou uma série de problemas socioambientais, visto que os estudos mostram que os igarapés Açaizal e Gabriel possuíam muita vegetação ciliar, suas águas eram utilizadas para beber banhar, cozinhar, lavar roupas e outros afazeres. Por conseguinte, o objetivo principal desse trabalho se refere à verificação de como a população local faz uso da microbacia hidrográfica do igarapé Açaizal. Para alcançar esse objetivo se realizou uma releitura conceitual da temática em discussão, além de uma pesquisa de campo para verificar o histórico de ocupação, que usos a população do entorno faz das águas, que males afetam essa população e o modo como a microbacia se apresenta na atualidade. Os resultados dos estudos mostram que o acelerado processo de urbanização se tornou o principal causador da degradação das águas, especialmente com a construção de habitações muito próximas aos igarapés e a instalação de tubulações indevidas.

**Palavras-chave:** Expansão urbana. Microbacia hidrográfica. Igarapé Açaizal.



## 1. INTRODUÇÃO

A temática discutida nesse trabalho se refere aos impactos socioambientais na microbacia hidrográfica do igarapé Açaizal em São Domingos do Araguaia, Pará, advindos da dinâmica urbana acelerada pela abertura de estradas que passaram a ligar a região a outras regiões do país e do mundo. A realização desse trabalho se justifica devido à necessidade de um maior aprofundamento no entendimento da relação da população da área com a microbacia.

O objetivo principal desse trabalho se refere à verificação de como a população local faz uso da microbacia hidrográfica do igarapé Açaizal. Como metodologia, se realizou uma releitura conceitual da temática em discussão, além de uma pesquisa de campo para verificar o histórico de ocupação, que usos a população do entorno faz das águas, que males afetam essa população e o modo como a microbacia se apresenta na atualidade. Os resultados dos estudos mostram que o acelerado processo de urbanização se tornou o principal causador da degradação das águas, especialmente com a construção de habitações muito próximas aos igarapés e a instalação de tubulações indevidas.

Assim, se postula que o crescimento urbano na cidade de São Domingos do Araguaia causou uma série de problemas socioambientais, visto que os estudos mostram que os igarapés Açaizal e Gabriel possuíam muita vegetação ciliar, suas águas eram utilizadas para beber banhar, cozinhar, lavar roupas e outros afazeres.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Para Pizzol (2006) ao citar Castells (2000), a urbanização é entendida como a relação entre sociedade e espaço, como a função da organização específica dos modos de produção, que coexistem historicamente numa formação social concreta. Desse modo, Carlos (1992) entende que sociedade e espaço não podem ser vistos de maneira desvinculada, pois a cada estágio do desenvolvimento da sociedade corresponderá a uma etapa do desenvolvimento da produção espacial. Assim sendo, o espaço urbano é estruturado e organizado respondendo a projeção da sociedade que nele vive. Saldanha (1993) citada por Pizzol (2006), completa dizendo que as formas espaciais serão produzidas pela ação humana e expressarão os interesses da classe dominante ou de seus governantes, de determinado modo de produção, dentro de um modelo de desenvolvimento específico, e da maior ou menor participação da população nas decisões.

Portanto, a análise do processo de urbanização envolve o entendimento das desigualdades sociais presentes neste espaço, através das formas de apropriação expressas no parcelamento do solo e nas formas de uso (PIZZOL, 2006).

Santos (2011) postula que o processo de urbanização da sociedade possui dinâmicas específicas, intra e interurbanas relacionadas aos lugares onde se realizam. Em outras palavras, a cidade como lócus deste processo, reinterpreta-o e a estruturação do espaço urbano, assim produzida, guarda as dinâmicas dos processos mais gerais, mas também as especificidades do lugar onde ele se realiza.

Nesse sentido, Santos (2011) afirma que desde meados do século passado, vivemos um período em que, concomitantemente ao crescimento demográfico das cidades consideradas médias, houve também um crescimento em extensão, similar ao que havia ocorrido em cidades maiores. Posteriormente é que ocorre o adensamento da ocupação nestes locais mais distantes. Hoje o tecido urbano se expande para além das fronteiras das

idades, nos limites das zonas rurais, ao contrário do que ocorria em um passado recente, em que este crescimento em extensão era próprio do tecido intraurbano das grandes cidades, intercalado com imensos vazios à espera de valorização.

Apoiando-se nessa premissa, Santos (2011) relata que esse processo é entendido por muitos pesquisadores como sendo de urbanização dispersa e difusa, com uma desaceleração no ritmo de crescimento das grandes metrópoles, enquanto as cidades médias exibem ritmos de crescimento mais acelerados. Além do fato de que muitas destas cidades localizam-se nas proximidades de cidades maiores, os imensos vazios urbanos entre os núcleos mais adensados permite supor que pode se tratar da mesma e sabida tática especulativa de produção de áreas com reserva de valor, na espera de uma futura concentração urbana, a partir da extensão inicial do tecido das cidades. Este processo é bastante visível em cidades médias, que no passado possuíam tecidos urbanos concentrados e contínuos e, atualmente, se caracterizam pelo crescimento em extensão e pela descontinuidade.

Santos (2011) ainda lembra que, no Brasil, a partir do momento em que o processo de urbanização se torna mais intenso em algumas cidades, considerando os períodos compreendidos entre as décadas de 1930 até a década de 1970, somente as maiores possuíam estas características de crescimento em extensão e descontinuidade. A partir de então, as estruturas das cidades de diferentes tamanhos passam por mudanças significativas, sendo que uma delas diz respeito à relação centro-periferia. Até recentemente, nas cidades menores, o único local mais importante era o centro, onde se agrupava a grande maioria das atividades comerciais, político-administrativos e de prestação de serviços. A localidade de moradia para as camadas de maior poder aquisitivo localizava-se, também, nas proximidades da área central, enquanto nas periferias abrigavam-se os segmentos de menores rendimentos.

Nessa conjuntura, Jorge (2011) aponta que o processo de urbanização brasileira, marcado pela apropriação do mercado imobiliário das melhores áreas das cidades e pela ausência, quase completa, de áreas urbanizadas reservadas à moradia popular, levou a população de baixa renda a procurar alternativas de moradia, ocupando áreas vazias preteridas pelo mercado imobiliário, nesse caso, áreas ambientalmente frágeis, como margens de rios, mangues e encostas íngremes. Desse modo, a precariedade da ocupação (aterros instáveis, taludes de corte em encostas íngremes, palafitas, ausência de redes de abastecimento de água e coleta de esgoto) faz crescer a vulnerabilidade das áreas já naturalmente frágeis.

Na perspectiva de Botelho (2011), a água é o principal agente modelador e modificador da paisagem, assumindo diferentes estados e trajetórias ao longo do seu ciclo. A entrada da água nos sistemas terrestres, abrangendo a biosfera, a litosfera, a pedosfera e a própria hidrosfera, na forma de precipitação, dá início a uma série de processos e possíveis trajetórias, que estão sujeitos não só das características da precipitação propriamente, mas também e, principalmente aos atributos e contribuições das diferentes esferas por onde irá circular.

Assim, Botelho (2011) descreve que ao atingir a superfície a água pode, no caso de uma área com cobertura vegetal, como uma floresta tropical, assumir diferentes caminhos. Nesse caso, ela pode ser interceptada pela copa das árvores e daí evaporada para a atmosfera, pode ser armazenada nessas copas e depois precipitada, pode fluir pelo tronco ou atravessar a vegetação e atingir diretamente a superfície do terreno. Em caso de uma cobertura de detritos orgânicos, restos de galhos, folhas, sementes e animais,

semidecompostos sobre o terreno (serapilheira), a água pode ser retida sobre ou entre a mencionada camada orgânica, antes mesmo de atingir o solo.

Ainda descrevendo esse processo, Botelho (2011) relata que quando finalmente a água atinge o topo do solo, ela pode se infiltrar ou escoar, isso vai depender das características intrínsecas desse solo e das condições de relevo (em especial, a declividade da encosta e a rugosidade do terreno). A água ao se infiltrar no solo poderá percolar até grandes profundidades, atingindo e alimentando lençóis subterrâneos e aquíferos, escoar lateralmente em superfície, em função de variações nas condições de drenabilidade interna ou condutividade hidráulica dos materiais e inclinação do terreno, sobretudo, ou ser absorvida pelo sistema radicular dos vegetais, subindo pelo tronco até as folhas, de onde poderá ser transpirada, fazendo parte da ciclagem de nutrientes.

Ao descrever esse processo nas áreas urbanas, Botelho (2011), afirma que toda a diversidade de caminhos do sistema natural se reduz ao binômio escoamento e infiltração, com maior participação do primeiro. Devido à quase total ausência de uma cobertura vegetal, e conseqüentemente da serapilheira, nessas áreas as demais possibilidades de trajetória da água são praticamente eliminadas. Assim, novos elementos são adicionados pelo homem nas áreas urbanas, como edificações, pavimentação, canalização e retificação de rios, entre outros, que acabam por reduzir drasticamente a infiltração e favorecem o escoamento das águas, que atingem seu exultório mais rapidamente e de forma mais concentrada, causando o aumento da magnitude e da frequência das enchentes nessas áreas. Portanto, as bacias hidrográficas urbanas são caracterizadas pela diminuição do tempo de concentração de águas e pelo aumento dos picos de cheias, quando comparadas às condições anteriores à urbanização. No diálogo com Hall (1984) e Tucci (2001), Botelho (2011) alerta para a ocorrência desses processos nas áreas urbanas. No diálogo de Botelho (2011) e Porto et al (2001), eles afirmam que, em casos extremos, o pico de cheia numa bacia hidrográfica urbana pode chegar a seis vezes mais do que o pico dessa mesma bacia em condições naturais.

Com base nessas reflexões, Botelho (2011) afirma que, além disso, somam-se às águas pluviais as águas servidas, de uso doméstico, comercial e industrial, que na maioria das vezes são conduzidas juntamente com águas pluviais, não havendo sistemas de recolhimento e escoamento individualizados. Desse modo, as águas servidas são também, algumas vezes, lançadas diretamente nos corpos d'água (rios, lagos, reservatórios, lagoas, mares e oceanos), antes, aliás, de qualquer tratamento para desinfecção ou descontaminação. Portanto, essas são práticas altamente nocivas não só porque reduzem o tempo do "ciclo hidrológico urbano", como também porque são responsáveis pela degradação da qualidade das águas no ambiente urbano.

No entendimento de Silva (1994), o manejo integrado em microbacias hidrográficas está sendo largamente difundido, em nível internacional, como uma admirável estratégia para o desenvolvimento rural. Ao citar a Seab (1992) e Rocha (1991), esse autor explica o conceito técnico de microbacia hidrográfica, sendo que, a microbacia é definida como uma área geográfica de captação de água formada por pequenos canais de confluência e estremada por divisores naturais. Esta área é admitida como a menor unidade territorial capaz de focar as variáveis ambientais de forma sistêmica. Portanto, as políticas públicas que definem as microbacias – ou bacias – hidrográficas como unidades de planejamento partem da perspectiva do desenvolvimento sustentável e implicam uma racionalização do uso dos recursos naturais.

Sob essa perspectiva, Silva (1994) ao falar da gestão ambiental do desenvolvimento em microbacias, relata que essa abordagem diz respeito a um tratamento local e regional do desenvolvimento, buscando intervir na organização territorial em conformidade com as condições naturais existentes. Ao analisar Gligo (1986), o autor entende que essa abordagem é mais ajustada para internalizar questões ambientais no planejamento do que o tratamento setorial, uma vez que neste último, a pressão por aumentar o crescimento econômico não leva em grande conta os limites do ecossistema, considerando-se que os custos ecológicos das atividades agrossilvopastoris são, na maioria das vezes, elevados e só observados em longo prazo.

Por conseguinte, Silva (1994) entende que definir a microbacia hidrográfica como unidade ideal de planejamento, como é costumeiro na literatura técnica sobre o tema, parece um pouco precipitado. Gligo (1986) analisado pelo autor aponta alguns limites desta perspectiva: i) há uma rigidez dos técnicos ao implantar limites físicos, o que requer em considerar cada bacia isoladamente no espaço econômico, ignorando sua integração com outras bacias; ii) a planificação das bacias hidrográficas, muitas vezes, sobrepõe-se a algum esquema de planificação já existente, desencadeando tensões na esfera institucional sem que haja uma coordenação integrada do processo de desenvolvimento.

Assim, Silva (1994) interpreta que não basta à esfera pública planificar sua intervenção se não for possível mudar a racionalidade dos atores privados. Para esse autor, há uma complexa rede de relações sociais, econômicas e culturais para dentro e para fora da microbacia, que se despontam de forma mais ou menos desorganizada e muitas vezes com interesses conflitantes. Desse modo, as possibilidades de êxito variam para cada bacia, considerando-se o dinamismo preexistente na base agrícola, a integração dos mercados, a capacidade de investimento dos produtores e a organização social dentro e fora dos limites estritos das microbacias. Portanto, se não forem adotadas tais condições, corre-se o risco de se trabalhar com uma noção de organização territorial idealizada, sem vínculo com a realidade.

Nesse sentido, Silva (1994) aponta que o modelo de gerenciamento adotado nas bacias tem grave importância já que resulta na avaliação dos instrumentos metodológicos de políticas ambientais. Ao analisar Lana e Cánepa (1994), o autor afirma que estes fazem um relato dos modelos típicos de gerenciamento encontrados ao longo do tempo: o burocrático, o econômico-financeiro e o sistêmico de integração participativa.

No modelo burocrático, os autores mostram que os instrumentos utilizados pela administração pública são de natureza legal. Assim, uma série de regulamentações, leis, normas, decretos e portarias são mobilizados para fazer cumprir o compromisso legalmente pactuado entre desenvolvimento econômico e proteção ambiental. Na atualidade, esse modelo é entendido como ineficiente por quê: i) subestima as necessidades do planejamento estratégico, generalizando as realidades das bacias; ii) ignora a alocação de recursos para a prática das ações programadas; e, por fim, iii) prevê que a legislação é capaz de captar, com exatidão, as necessidades existentes em cada condição particular e em cada momento. Logo, confiar à legislação o gerenciamento das bacias exige dimensionar o poder público para a fiscalização que nem sempre é adequada ainda que legal, além de torná-lo alvo fácil de pressões particulares. Desse modo, a negociação social simplesmente não existe, e a adesão da sociedade é conseguida via coerção.

O segundo modelo, o econômico-financeiro, supõe a injeção de recursos financeiros em áreas prioritárias para o investimento governamental, como por exemplo, os

investimentos em irrigação, saneamento e reflorestamento. O problema primordial desse modelo é que ele não efetiva o manejo integrado em microbacias hidrográficas, antes, pelo contrário, assume enfoques setorializados que geram descompasso na atuação do poder público. Além disso, considera indesejável a negociação social, como algo que, no mínimo, irá tornar flexível os objetivos e as metas preestabelecidas pelo poder público.

O terceiro modelo citado por Lana e Cánepa (1994) sob o escopo de Silva (1994), o sistêmico de integração participativa, traz uma abordagem mais moderna, pois resulta da evolução dos mecanismos institucionais e financeiros. Para os autores, três instrumentos básicos são utilizados nesse modelo: o planejamento estratégico por bacias hidrográficas, a tomada de decisões por meio de deliberações multilaterais e descentralizada, e o uso de recursos legais e financeiros.

Considerando essas reflexões, Silva (1994) aponta que o planejamento estratégico por bacias hidrográficas se define, essencialmente, nos diagnósticos das microbacias efetuados pelo poder público. O equilíbrio entre os elementos culturais, sociais, econômicos e ecológicos na preparação de “mapas” das bacias e a consequente priorização das ações varia de acordo com a natureza das análises feitas. Desse modo, o diagnóstico mostra não só as premissas técnicas do projeto, como também o caráter sociopolítico da intervenção, uma vez que este momento não se resolve no campo, mas na capacitação das equipes interventoras.

Além do mais, Silva (1994) entende que a tomada participativa de decisões deve ser avaliada com prudência, visto que pode não denotar o acesso dos grupos diretamente atingidos ao efetivo gerenciamento da bacia. Em um caso específico analisado pelo autor, no Paraná, a participação dos pequenos produtores dilui-se nas comissões gerenciadoras locais, primeiro porque não há nenhuma prerrogativa que garanta sua representação neste fórum – é assegurado um representante dos produtores de cada microbacia, mas que não se trata necessariamente de um dos pequenos – e segundo porque as comissões podem ter a representação de outros interesses, como de agroindústrias, atacadistas, grandes cooperativas, dentre outros, que podem tornar mínimo ou até neutralizar o resultado político de suas aferições.

Nessa perspectiva, Silva (1994) percebe que na atualidade, os instrumentos legais são entendidos como subsidiários no gerenciamento das microbacias, além de não expressarem muita relevância na formulação dos programas. No caso dos instrumentos financeiros, o autor entende que já há uma preocupação consensual em defini-los de forma integrada ao planejamento, evitando-se, desse modo, ações setorializadas.

Feitas essas considerações, Silva (1994) conclui que se podem extrair alguns elementos interessantes para a compreensão dos objetivos e dos processos do manejo integrado em microbacias hidrográficas.

- a) É preciso considerar que possui limites metodológicos na compreensão da realidade social, ao tratar do desenvolvimento rural. A sua competência para tratar das questões do meio ambiente não dão garantias de uma solução para o desenvolvimento como um todo. Desse modo, ao invés de se determinar a microbacia hidrográfica como unidade ideal de planejamento, deve-se concebê-la como unidade estratégica de planejamento.

- b) A exploração do termo sustentável nas iniciativas públicas desta natureza, além de ser insuficiente para esclarecer como serão apropriados os benefícios sociais, não traz precisão ideológica.
- c) A análise do gerenciamento das bacias além de revelar os prováveis beneficiários das intervenções, fornece pistas dos objetivos sociais implícitos – e mais confiáveis – dos programas.

Desse modo, esse trabalho se justifica pela necessidade de maior entendimento acerca da relação da população da área de estudo com a microbacia hidrográfica em destaque. Nessa perspectiva, essa temática se mostra importante devido aos impactos que a degradação das águas causa à população da área de estudo. Assim, se elenca como hipóteses para que tal degradação aconteça: o acelerado processo de urbanização que traz no seu bojo, construções incompatíveis com a qualidade das águas, como a construção de habitações muito próximas da microbacia e a instalação de tubulações que despejam dejetos diretamente nos igarapés. Além disso, a população local ainda faz uso das águas contaminadas, padecendo assim, de males veiculados pelas águas degradadas.

Por conseguinte, o objetivo principal desse trabalho passa pela verificação de como a população local faz uso da microbacia hidrográfica do igarapé Açaizal e Gabriel. Essa problemática surgiu das constantes queixas da população local acerca da diminuição na qualidade das águas e a consequente proliferação de males veiculados por elas.

### **3. MATERIAL E MÉTODO**

Para a elaboração desse trabalho foi realizada uma releitura dos conceitos de expansão urbana em Pizzol (2006) e Santos (2011), trajetória das águas em ambientes urbanos em Botelho (2011) e microbacia hidrográfica e manejo integrado em Silva (1994). Após essa releitura conceitual se realizou uma pesquisa de campo em que se buscou verificar o histórico de ocupação, que usos a população do entorno faz das águas, que males afetam essa população, além do modo como a microbacia hidrográfica do igarapé Açaizal e Gabriel no município de São Domingos do Araguaia se apresenta na atualidade. Nessa pesquisa de campo se entrevistou 30 pessoas, dando preferência para aqueles que possuem filhos menores e que moram nas proximidades da mencionada microbacia, especialmente os que possuem quintais que vão até os aludidos igarapés. Assim, se entrevistou cinco moradores do bairro Centro, seis moradores do bairro São Luiz, seis moradores do bairro Novo São Luiz, cinco moradores do bairro Novo São Domingos e sete moradores do bairro Liberdade. Para as entrevistas se utilizou questionários estruturados para se obter dados acerca de como a população afetada usa as águas e as principais doenças que as afeta.

O histórico de ocupação e uso das microbacias mencionadas foi percebido através de conversas com moradores que se diziam mais antigos na área de estudo. Em tais conversas se buscou perguntar acerca de como eram as águas no início da década de 1970, que uso os moradores faziam das águas, se as águas eram piscosas, como era a vegetação ciliar e se os moradores extraíam frutos. Foram realizadas duas visitas na área para a verificação da cor da água, o despejo de dejetos, observação das construções de habitações e, entre outras, observações que foram pertinentes para a elaboração deste trabalho.

Foram realizadas gravações das falas e anotações para que os dados fossem compilados, bem como fotografias foram tiradas para compor o registro dos momentos atuais da expansão urbana e dos problemas socioambientais.

A microbacia em destaque é formada por dois igarapés: Açaizal e Gabriel. O primeiro é maior, mais largo e possui mais vegetação ciliar. Sua nascente principal está numa localidade que anteriormente pertencia a um morador chamado “Belém”, corta a cidade de São Domingos do Araguaia no sentido sul-norte e serve de fronteira que separa os bairros São Luís e Novo São Luís – que se localizam na margem direita - do Centro – margem esquerda, e deságua no rio Veados.

O igarapé Gabriel, também corre no sentido sul-norte e é tributário do igarapé Açaizal, sua nascente principal está na fronteira entre os bairros Novo São Domingos e Aldenira Frota, numa localidade que pertenceu a um morador antigo da cidade que se chamava Gabriel. No seu percurso faz separação entre os bairros Centro e Liberdade e Centro e Perpétuo Socorro. Suas margens já foram florestadas na sua totalidade, especialmente no período anterior à expansão urbana sofrida pela cidade depois da abertura de estradas. Na atualidade, as partes florestadas desse igarapé se resumem principalmente, ao local onde ele nasce e onde ele deságua, ficando quase todo o seu percurso margeado por pastos ou habitações.

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

De acordo com Velho (1981), citado por Souza (2009), o número de casas no povoado de Centro das Latas<sup>1</sup> por volta do ano de 1956, era de aproximadamente 14, sendo que em 1958 passa para cerca de 30 habitações, em 1960, chega a 60, e em 1961 alcança uma cifra de aproximadamente 90, o que deveria corresponder a uma população de cerca de 500 pessoas. Esse aumento populacional no mencionado povoado deveu-se, principalmente, a oferta de terras “sem donos” e a desilusão com o garimpo de cristal na região de Apinagés, distrito de São João do Araguaia, assim como o vilarejo em questão.

Souza (2009) relata que à medida que chegavam novos habitantes, o povoado aumentava cada vez mais. Dessa maneira, esses novos moradores ocuparam outros locais, principalmente nos castanhais, fato esse que proporcionou desavenças pela posse de terra, pois, as oligarquias regionais, segundo Emmi (1987), se intitulavam os donos de toda a área que formava a região. Contudo, o território de São Domingos das Latas<sup>2</sup> vai lentamente sendo estruturado. Entre 1964 e 1967, acelerou-se o crescimento populacional da vila em estudo, principalmente devido à vinda de migrantes do estado do Maranhão. Assim, segundo Velho (1981), o povoado cresceu e em 1966 já contava com mais de 200 casas. Três anos depois esse número chega à cerca de 350, perfazendo um total aproximado de 1800 pessoas residindo no aventado distrito.

Na concepção de Souza (2009), um dos fatos que contribuíram para esse crescimento urbano pode ter sido a distribuição de títulos de aforamento realizado pela Prefeitura Municipal de São João do Araguaia, para os habitantes da localidade de São Domingos das

---

<sup>1</sup> No entendimento de Souza (2009), essa foi a primeira denominação recebida pelo povoado que mais tarde viria a ser a cidade de São Domingos do Araguaia. Essa denominação se dava devido às localidades que se encontravam distante da principal via de circulação, o rio, ser conhecidas como Centros. Enquanto que as que se localizavam as margens dos principais escoadouros eram chamadas de Beira. Para mais detalhes ver Velho, (1981) e Souza, (2004).

<sup>2</sup> Souza (2009) entende que essa denominação foi dada à localidade, na década de 50 do século passado, por um frade dominicano de Marabá, chamado Frei Gil Gomes.

Latas. No entanto, essa denominação muda a partir de 1967, após uma resolução da Câmara Municipal que transforma o mencionado distrito em São Domingos do Araguaia.

Souza (2009) ainda alerta para o fato da vinda de novos habitantes para São Domingos do Araguaia se ligar a construção da rodovia Transamazônica na década de 70, juntamente com as políticas de colonização dos governos desenvolvimentistas e a “disponibilidade” de terras. Assim, Velho (1981) citado por Souza (2009) relata que a abertura dessa estrada acelera o crescimento da vila, pois antes mesmo da inauguração dela, em 1971, vários caminhões vindos de Anápolis e São Paulo, chegaram ao povoado trazendo migrantes e compradores de arroz. A construção dessa rodovia proporcionou também a transferência de muitos comerciantes de Apinagés para São Domingos do Araguaia, já que a primeira localidade mencionada se retraiu no que se refere ao número de fluxos populacionais e comerciais, pois a estrada passou a cerca de 18 quilômetros dela.

Feitas essas considerações, Souza (2009) descreve que a vila de São Domingos do Araguaia cresceu e se tornou necessário à criação de novos bairros, como o Perpétuo Socorro, Novo São Domingos, São Luís, Vila Moisés, Vila Braga, Liberdade, Novo São Luís, Aldenira Frota, Independência e Novo Planalto.

Refletindo acerca do crescimento urbano na mencionada vila, Souza (2009) diz que ele aconteceu também na direção do igarapé Açaizal provocando uma série de problemas, tanto ambientais quanto sociais. A margem esquerda desse igarapé ocorreu o crescimento do Centro da cidade e do bairro Perpétuo Socorro, e a estruturação dos bairros Vila Moisés e Vila Braga. A margem direita foram criados os bairros São Luís e Novo São Luiz. Essa expansão urbana se deu à custa do desmatamento da vegetação que existiu na área anteriormente, inclusive a vegetação ciliar<sup>3</sup> que é tão necessária para a conservação dos corpos d’água.

Moradores antigos relatam que da década de 1970 até início da década seguinte, o igarapé Açaizal ainda possuía muita vegetação ciliar, suas águas eram boas para o consumo humano, pois eram utilizadas para beber banhar, cozinhar, lavar roupas e outros afazeres. Era muito comum se pescar nos dois igarapés, além de se extrair açai e caçar.

Na atualidade, de acordo com Souza (2009), as pessoas que habitam nas proximidades do igarapé Açaizal fazem uso de suas águas em seus afazeres domésticos, como lavar roupas, tomar banho e aguar hortas. No entanto, as águas do igarapé se encontram impróprias para o consumo humano, já que o desmatamento de parte da vegetação ciliar contribuiu para o carreamento de dejetos e a consequente sedimentação do seu leito. Tal desmatamento foi realizado para que se pudesse construir habitações e pastagens, sendo que, algumas dessas habitações foram erigidas sobre o leito secundário desse igarapé (figura 1). Essa autora ainda alerta que algumas dessas residências, por não possuírem rede geral de esgoto ou fossa séptica, utilizam fossas rudimentares muito próximas ao igarapé ou usam o mesmo como escoadouro de seus dejetos. Com isso, alguns moradores do entorno do igarapé Açaizal alegam sofrer de diversas doenças veiculadas pela água contaminada, como doenças de pele, dores de barriga, verminoses, diarreias e vômitos.

---

<sup>3</sup> Para Souza (2009), vegetação ciliar é a designação dada à vegetação situada as margens dos corpos d’água, que desempenham um relevante papel na preservação dos recursos hídricos. Essa vegetação atua como purificadora da água, retendo parte da matéria orgânica e inorgânica que é drenada para os corpos d’água.



**Figura 1** – Construções sobre o leito secundário do igarapé Açaizal



Nessa conjuntura, nota-se que a expansão urbana em direção às margens do igarapé Açaizal continua na atualidade, pois, surgem novas ocupações como a da “Grota de Laje” (figura 2) que teve início no ano vigente.

**Figura 2** – Residências que usam fossas rudimentares muito próximas do igarapé Açaizal numa área conhecida como “Grota de Laje”



A foz do Igarapé Gabriel é margeada por vegetação ciliar onde a presença de açazeiros é marcante, diferentemente de grande parte de seu percurso, que além de predominarem elementos como pastagens e habitações também recebem dejetos residenciais e comerciais. Hoje, nota-se que a qualidade das águas do Igarapé Gabriel se apresenta cheia de sedimentos com uma cor avermelhada (figura 3), consequência do constante despejo de dejetos, diminuindo assim, as diferentes formas de fazer uso delas. Moradores do entorno relatam que faziam uso das águas do mencionado igarapé para beber, cozinhar, banhar, regar hortas e para a prática do lazer.

**Figura 3 – Águas do Igarapé Gabriel**



Nesse cenário, nota-se que um dos elementos contribuintes para a diminuição na qualidade das águas do igarapé Gabriel tem sido o despejo de resíduos oriundos de um lava-jato localizado em suas imediações, visto que foi construído um sistema de tubulações especificamente para “tirar a água da rua” (figura 4), segundo moradores do entorno. Para esses moradores, “o odor da água se torna insuportável em alguns dias”, dificultando a vida deles. Esses moradores relatam que o mau-cheiro na água às vezes causam náuseas, pois parece que a água está misturada com combustíveis<sup>4</sup>. Até mesmo o uso das águas do mencionado igarapé, seja para regar hortas ou mesmo para o banho, se tornaram impróprias em algumas partes de seu curso.

**Figura 4 – Despejos dos efluentes do lava-jato**



Souza; Martins; Silva (2010) entendem que os impactos socioambientais poderiam ser amenizados com um pouco mais de rigor na aplicação dos instrumentos jurídicos que o poder público dispõe, porém, Lana e Cánepa (1994) analisados por Silva (1994) pensam de forma diferente. Para eles, esse modelo é entendido como burocrático, visto que os

<sup>4</sup> A contaminação se das águas ocorre por meio dos resíduos da atividade de lavagem dos veículos. Esses resíduos são: água misturada a derivados do petróleo, como graxa, óleo diesel, gasolina e óleos lubrificantes. Além desses, outros como fezes e urina de bovinos também são muito comuns de serem encontrados nas águas residuais do aventado empreendimento.

instrumentos utilizados pela administração pública são de natureza legal. Esse modelo é percebido como ineficiente devido subestimar as necessidades do planejamento estratégico, generalizar as realidades das bacias, ignorando a alocação de recursos para a prática das ações programadas e, por fim, prevê que a legislação é capaz de captar, com exatidão, as necessidades existentes em cada condição particular e em cada momento. Logo, confiar à legislação o gerenciamento das bacias exige dimensionar o poder público para a fiscalização que nem sempre é adequada ainda que legal, além de torná-lo alvo fácil de pressões particulares.

Partindo dessa premissa, pode-se concluir que a capacidade de fiscalização do poder público nem sempre é suficiente, pois, Lana e Cánepa (1994) entendem que, na atualidade, os instrumentos legais são entendidos como subsidiários no gerenciamento das microbacias, especialmente por não expressarem muita relevância na formulação de tais programas. Portanto, Silva (1994) interpreta que não basta à esfera pública planificar sua intervenção se não for possível mudar a racionalidade dos atores privados. Para esse autor, há uma complexa rede de relações sociais, econômicas e culturais para dentro e para fora da microbacia, que se despontam de forma mais ou menos desorganizada e muitas vezes com interesses conflitantes.

No caso analisado, o êxito no gerenciamento de microbacias deve levar em conta outros atores, como os moradores do entorno da microbacia do igarapé Açaizal. Assim, se corrobora com Silva (1994) quando esse fala que as possibilidades de êxito variam para cada bacia, considerando-se o dinamismo preexistente na base agrícola, a integração dos mercados, a capacidade de investimento dos produtores e a organização social dentro e fora dos limites estritos das microbacias. Logo, se não forem adotadas tais condições, corre-se o risco de se trabalhar com uma noção de organização territorial idealizada, sem vínculo com a realidade.

Sob essa perspectiva, corrobora-se com Jorge (2011) que aponta o processo de urbanização brasileira, como sendo marcado pela apropriação do mercado imobiliário das melhores áreas das cidades e pela ausência, quase completa, de áreas urbanizadas reservadas à moradia popular. Isso levou a população de baixa renda a procurar alternativas de moradia, ocupando áreas vazias preteridas pelo mercado imobiliário, nesse caso, áreas ambientalmente frágeis, como margens de rios, mangues e encostas íngremes. Desse modo, a precariedade da ocupação (aterros instáveis, taludes de corte em encostas íngremes, palafitas, ausência de redes de abastecimento de água e coleta de esgoto) faz crescer a vulnerabilidade das áreas já naturalmente frágeis.

Considerando que ocorreram impactos socioambientais na área de estudo, se buscou analisar o que prega a Lei nº. 1.159/2006 de 2 de outubro de 2006, que dispõe sobre o Plano Diretor Participativo do município de São Domingos do Araguaia, Pará. Na análise das diretrizes do mencionado plano se constatou que o artigo 4.º fala do ordenamento do território municipal, considerando as zonas urbanas e rurais e a regularização fundiária de modo a propiciar o direito à terra urbana a todos os munícipes.

Quando esse plano fala dos objetivos, no parágrafo único do artigo 5.º, relata que os objetivos do Plano Diretor Municipal descritos no *caput*, deverão respeitar os instrumentos urbanísticos de uso e ocupação do solo, tendo em vista a sustentabilidade ambiental e social.

Nessa perspectiva, se constatou que não houve sustentabilidade ambiental e social na microbacia hidrográfica do igarapé Açaizal, pois, impactos foram causados por diversos fatores, como a retirada de parte da vegetação ciliar sem a devida autorização, a

degradação das águas devido ao despejo de dejetos de diversas naturezas, a construção de habitações e ruas, principalmente.

Assim, no mencionado plano, através no inciso VI do artigo 6.<sup>o</sup> que fala da ordenação e controle do uso do solo, nota-se que este proíbe a proximidade de usos incompatíveis. Desse modo, observou-se a incompatibilidade de construções humanas (uso do solo) com a conservação de um bem público (microbacia do igarapé Açaizal). Os motivos para que isso ocorra pode estar ligada a falta de conhecimento, de moradias dignas, de saneamento básico ou mesmo de má vontade. Leis para coibir tais fatos existem, no entanto, é preciso mudar a racionalidade desses moradores para transformá-los de degradadores da microbacia, em preservadores preocupados com o ambiente e a sociedade.

Nessa direção, se comprovam as hipóteses elencadas no início desse trabalho, pois o acelerado processo de urbanização se tornou o principal causador da degradação das águas, especialmente com a construção de habitações muito próximas aos igarapés e a instalação de tubulações que despejam dejetos diretamente nos mesmos, além do uso inadequado das águas contaminadas.

Nessa conjuntura, a pesquisa de campo apontou que 43,3% da população pesquisada utilizam as águas degradadas para tomar banhos; 56,6% as usam para lavar roupas; 36,6% as utilizam para lavar louças; 33,3% as empregam para regar hortas; 26,6% pescam e comem os peixes dos igarapés contaminados; 50% fazem uso dos igarapés para o lazer (figura 5); e 16,6% percebem os igarapés como escoadouro de dejetos (tabela 1).

**Figura 5** – Crianças utilizando as águas para o lazer



A pesquisa de campo ainda apontou que várias doenças afligem os que fazem uso das águas contaminadas, especialmente as crianças. Dos pesquisados, 40% disseram sofrer de micoses e coceiras; 33,3% relataram padecer de dores de barriga; 33,3% afirmaram que é comum se ter verminoses; 33,3% contaram que as diarreias se tornaram comuns; 30% narraram padecerem de vômitos; e apenas 6,6% disseram que já terem tido dengue (tabela 2). Ao comparar esses dados com aqueles apresentados por Souza (2009), nota-se que houve mudanças significativas, notadamente no percentual da dengue entre os anos de 2007 e 2013. Essa ocorrência pode ser atribuída ao fato de Souza (2009) ter realizado

suas pesquisas em períodos mais chuvosos – meses de abril e maio -, ao contrário da presente pesquisa que foi realizada em um período menos chuvoso – mês de outubro.

**Tabela 1** – Os diversos usos das águas da microbacia do igarapé Açaizal e Gabriel

Como os moradores utilizam as águas	Percentuais de usos das águas
Tomar banhos	43,3%
Lavar roupas	56,6%
Lavar louças	36,6%
Regar hortas	33,3%
Pesca	26,6%
Lazer	50%
Escoadouro de dejetos	16,6%

Fonte: Pesquisa de Campo em outubro de 2013.

Desse modo, Souza; Martins; Silva (2010) relatam que as amenidades advindas do bom uso da microbacia poderiam beneficiar ao conjunto da população local, porém, isso não ocorre, pois, tais amenidades não são repartidas de forma igualitária, somente os impactos decorrentes da degradação é que são mais bem distribuídos. Os moradores que residem muito próximos aos aludidos igarapés são os que mais sofrem com a degradação das águas, visto que relatam serem afetados por doenças veiculadas pelas águas não cuidadas.

**Tabela 2** – Principais doenças que afetam as pessoas que residem nas proximidades da microbacia do igarapé Açaizal e Gabriel

Principais doenças	Percentual de crianças afetadas em abril de 2004	Percentual de crianças afetadas em maio de 2007	Percentual de crianças afetadas em outubro de 2013
Doenças de pele*	50%	30%	40%
Dores de barriga	33,3%	43,3%	33,3%
Verminoses	51%	36,6%	33,3%
Diarreias	30%	43,3%	33,3%
Vômitos	30%	23,3%	30%
Dengue	66,6%	90%	6,6%

Fonte: Os dados dos anos de 2004 e 2007 são adaptados de Souza (2009), os dados do ano de 2013 são de Pesquisa de Campo.

\* Micoses e coceiras.

## 5. CONCLUSÃO

Já que o objetivo principal desse trabalho que era o de verificar como a população local faz uso da microbacia hidrográfica do igarapé Açaizal e Gabriel, entende-se que ele foi alcançado, pois se notou que ocorreram construções incompatíveis com a qualidade das águas e que tal incompatibilidade se reverteu em impactos socioambientais. Portanto, se conclui que a população local além de ocupar áreas vulneráveis, faz uso inadequado da

microbacia hidrográfica do igarapé Açaizal, visto que seus dejetos são despejados direta ou indiretamente nos igarapés Açaizal e Gabriel.

Assim sendo, entende-se que não há uma solução pronta e acabada que resolva de uma vez por todas os danos ambientais causados pelo crescimento urbano desordenado, e pela não aplicação das leis ambientais em vigência no município em questão, porém, campanhas de conscientização que primem pelo zelo com o meio ambiente deveriam ser colocadas em prática o mais breve possível, pois se acredita que elas devam minorar os impactos socioambientais a médio e longo prazo, principalmente se vierem acompanhadas de políticas habitacionais e de saneamento sérias e geração de emprego e renda para os menos favorecidos.

## REFERÊNCIAS

- [1] BOTELHO, R. G. M. Bacias hidrográficas urbanas. In: GUERRA, A. J. T. (org.). Geomorfologia urbana. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2011. 280 p.
- [2] CARLOS, A. F. A. A Cidade. São Paulo, Contexto, 1992. (Coleção repensando a geografia).
- [3] CASTELLS, M. A. A questão urbana. Tradução de Arlene Caetano. São Paulo, Ed. Paz e Terra, 2000.
- [4] EMMI, M. F. Oligarquia do Tocantins e o domínio dos castanhais. Belém-PA, UFPA/CFCH/NAEA, 1987. 196 p.
- [5] GLIGO, N. "Medio ambiente en la planificación latino-americana: vias para una mayor incorporación". In: La dimensión ambiental en la planificación del desarrollo. Buenos Aires, Grupo Editor Latinoamericano, 1986.
- [6] HALL, M. J. Urban Hydrology. Essex, Elsevier, 1984.
- [7] JORGE, M. C. O. Geomorfologia urbana: conceitos, metodologias e teorias. In: GUERRA, A. J. T. (org.). Geomorfologia urbana. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2011. 280 p.
- [8] LANA, A. E; CÁNEPA, E. M. "O gerenciamento de bacias hidrográficas e o desenvolvimento sustentável: uma abordagem integrada". In: Ensaio FEE. Porto Alegre-RS, (15) 1, p. 169-282, 1994.
- [9] PIZZOL, K. M. S. A. A dinâmica urbana: uma leitura da cidade e da qualidade de vida no urbano. In: Caminhos de Geografia. 1 (16), pp. 1 - 7, Fev. 2006. Disponível em <<http://www.ig.ufu.br/revista/caminhos.html>>. Acessada em: 20 set. 2013.
- [10] PORTO, R. et al. Drenagem urbana. In: TUCCI, C. E. M. (org.). Hidrologia: ciência e aplicação. Porto Alegre, Editora da Universidade/UFRGS, p. 769-847, 2001.
- [11] ROCHA, J. S. M. Manual de Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas. Santa Maria-RS, UFSM, 1991.
- [12] SALDANHA, N. O Jardim e a Praça: privado e público na vida social e histórica. São Paulo, EDUSP, 1993.
- [13] SANTOS, R. C. B. Proposta metodológica para o estudo das especificidades das dinâmicas intraurbanas e da reestruturação contemporânea do espaço urbano articuladas aos processos gerais de urbanização. In: Anais do XII Simpósio Nacional de Geografia Urbana. p. 38-48. Belo Horizonte, 2011.
- [14] SÃO DOMINGOS DO ARAGUAIA-PA. Lei n.º 1.159/2006 de 2 de outubro de 2006. Dispõe sobre o Plano Diretor Participativo do Município de São Domingos do Araguaia.
- [15] SEAB/PR. Manual Operativo do Fundo de Manejo e Conservação do Solo. Curitiba, jul. 1992. (4ª versão).
- [16] SILVA, C. A. Manejo integrado em microbacias hidrográficas. In: Estudos Sociedade e Agricultura. n. 3, nov. 1994, p. 182-188. Disponível em: <<http://r1.ufrj.br/esa/art/199411-182-188.pdf>>. Acessado em: 20 set. 2013.
- [17] SOUZA, N. F. C. Políticas governamentais, migração e expansão urbana na Amazônia: a degradação do igarapé Açaizal. 2009. Disponível em: <<http://www.webartigos.com/artigos/politicas-governamentais-migracao-e-expansao-urbana-na-amazonia-a-degradacao-do-igarape-acaizal/18367/>>.

Acessado em: 20 set. 2013.

[18] SOUZA, V. M. Atividades econômicas e Atividade Madeireira na Amazônia: o caso de São Domingos do Araguaia. Trabalho de Conclusão de Curso em Licenciatura Plena em Geografia. Brejo Grande do Araguaia-PA, UFPA, 2004.

[19] SOUZA, V. M; MARTINS, R. N; SILVA, L.O. Dano ambiental, regulação territorial e o caso da microbacia do igarapé Açaizal. 2010. Disponível em: <<http://www.webartigos.com/articles/55726/1/DANO-AMBIENTAL-REGULACAO-TERRITORIAL-E-O-CASO-DA-MICROBACIA-DO-IGARAPE-ACAIZAL/pagina1.html>>. Acessado em: 09 set. 2013.

[20] TUCCI, C. E. M. Enchentes. In: TUCCI, C. E. M. (org.). Hidrologia: ciência e aplicação. Porto Alegre, Editora da Universidade/UFRGS, 2001, p. 769-847.

[21] VELHO, O. G. Frentes de expansão e estrutura agrária: Estudo do processo de penetração numa área da Transamazônica. 2. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1981.

# Capítulo 8

## *Análise histórica das praças públicas de Ponta Grossa-PR*

*Beatriz Küller Negri*

**Resumo:** O presente artigo tem como objetivo elaborar uma linha do tempo em relação às praças existentes no município de Ponta Grossa, indicando o período em que ocorreu maior número de criações, identificando suas funções e os padrões de toponímia. A metodologia utilizada foi a análise documental a partir de atas e decretos da Câmara Municipal e da Prefeitura Municipal de Ponta Grossa e fotos do Museu Campos Gerais. A partir da análise da linha do tempo das primeiras praças, constatou-se que elas, inicialmente, desenvolviam funções religiosas, econômicas e políticas, porém com a chegada da estrada de ferro, a expansão da cidade e o aumento da população as praças passaram a desempenhar funções de lazer e convívio social. Constatou-se também que 88% das praças possuem classificação toponímica de antropo toponímico, ou seja, homenageando principalmente pessoas ilustres.

**Palavras-chave:** Praça, História, Espaço Público, Linha do tempo, Toponímia.



## 1. INTRODUÇÃO

Os espaços públicos urbanos retratam as características socioculturais da sociedade que os instituiu, e as praças representam um dos espaços urbanos mais duradouros e que retratam melhor a história do desenvolvimento das cidades.

As praças são espaços públicos urbanos bem delimitados, livres de edificações, podendo ser ou não arborizadas, que estão presentes no ambiente urbano (VIERO e BARBOSA FILHO, 2009). Desde as antigas civilizações, os egípcios apreciavam a beleza de jardins coletivos e individuais, como local de lazer e de equilíbrio com a natureza. Os gregos, porém, viam os espaços públicos como ambientes de convívio político e social, de modo que os cidadãos se reuniam na ágora grega para discutir e tomar decisões políticas e econômicas. Nesse ambiente se encontravam também filósofos e viajantes que faziam relatos de suas pesquisas e viagens instruindo tantas vezes os navegantes sobre os melhores lugares para comércio e os perigos do mar (LOBODA e DE ANGELIS, 2005).

Os romanos intitularam seus espaços públicos com o nome de fórum, onde se praticava o comércio, faziam-se execuções públicas, realizavam-se duelos de gladiadores e apresentações teatrais (DE ANGELIS e DE ANGELIS NETO, 2000). Segundo Loboda e De Angelis (2005) os espaços urbanos romanos algumas vezes extrapolavam os limites de jardins internos para assumirem as características de parques suburbanos, o que, entretanto, não se manteve, e, durante a Idade Média, segundo os mesmos autores, os jardins seguiam o padrão árabe de escalas menores e particulares.

As praças brasileiras seguem o modelo europeu, representadas inicialmente pelas praças secas, sem vegetação, além de fazer parte do marco zero das cidades juntamente com a primeira igreja, aspecto que se dá em função da colonização ser realizada muitas vezes por clérigos, como é o caso de cidades fundadas por jesuítas (SCALISE, 2010). A cidade de São Paulo, uma das mais antigas do país, possui a Praça da Sé como o marco zero da cidade.

As praças ponta-grossenses desempenharam um papel importante na construção e desenvolvimento da cidade e, ao longo de sua história, de 1855 a maio de 2016, foram denominadas cento e vinte e cinco praças que se dividem entre a área central e os bairros da cidade.

O presente artigo tem como objetivo principal criar uma linha do tempo das praças ponta-grossenses, analisando a periodicidade de suas criações, suas funções e sua toponímia. Esta pesquisa é parte integrante do projeto Diagnóstico da arborização urbana de vias públicas e das praças do município de Ponta Grossa e justifica-se a partir da necessidade de resgate da história das praças, uma vez que muitas delas se encontram mal-conservadas deixando de desempenhar funções básicas como lazer e convívio social. O resgate dessas histórias pode gerar subsídios às autoridades públicas, resultando em revitalização de algumas praças, além de buscar o resgate identitário de seus usuários.

## 2. GÊNESE, DEFINIÇÃO E HISTÓRICO DAS PRAÇAS

A praça, segundo Silva e Paiva (2008), é uma unidade urbanística cujo tratamento e uso podem indicar o nível de cumprimento dos direitos e deveres civis pelos seus usuários e caracteriza-se como um local de convívio social diário.

Ainda de maneira geral, pode-se definir praça como qualquer espaço público urbano, livre de edificações e que desempenhe as funções de convivência e recreação aos usuários. Esse

espaço que existe há milênios, nunca deixou de exercer as funções primordiais de integração e sociabilidade (VIEIRO e BARBOSA FILHO, 2009).

Nas civilizações antigas, na busca de satisfazer algumas necessidades humanas de lazer e convívio social, surgiram os jardins (jardim, palavra hebraica, que significa proteção e satisfação (SILVA e PAIVA, 2008)). As formas mais antigas de espaços destinados ao ócio e ao lazer remetem aos jardins do Egito e da China. A China é conhecida como o berço dos jardins, com a utilização de técnicas que consistiam no agrupamento de vegetação, imitando a natureza. No Egito os jardins ou oásis eram conhecidos pela exuberante beleza; particulares ou públicos eram destinados ao lazer e contemplação e conforto térmico (SILVA e PAIVA, 2008).

Para Scalise (2010) talvez os primeiros espaços projetados para assumirem as mesmas funções das praças tenham sido a ágora grega e o fórum romano, ambos com a ideia de espaço público. A ágora era o palco direto da prática da democracia e o fórum representava a monumentalidade do Estado.

A palavra praça assume como terminologia segundo seu sentido quatro categorias: primeiramente praça-jardim, onde a vegetação e a circulação de pessoas são privilegiadas; em segundo a praça seca, também conhecida como largo histórico ou de intensa circulação de pedestres; em terceiro a praça azul, que se caracteriza pela presença de água como elemento principal; por fim, a praça amarela, praias em geral (SILVA e PAIVA, 2008). Ainda segundo Biondi e Lima Neto (2012, p. 31), “a praça é uma das tipologias de áreas verdes inseridas no meio urbano mais reconhecidas no mundo”.

Para De Angelis e De Angelis Neto (2000, p. 1446) “torna-se imperativo repensar o papel que os espaços públicos têm nos dias de hoje”. Para as autoras Yokoo e Chies (2009), as praças são espaços livres que acabam se convertendo em locais abandonados, de mendicância, ponto de venda e uso de drogas, restando um pequeno espaço para a convivência, lazer e contemplação para os demais usuários.

Deste modo, as praças que inicialmente desempenhavam as funções sociais de convívio e de lazer, por falta de segurança pública e conservação deixam de ser usadas, limitando assim as áreas de convívio social da população.

O conceito de praça no Brasil é popularmente associado ao verde urbano, e, embora muitos jardins, rotatórias e canteiros centrais que surgem pelo traçado urbano passem a ser chamados popularmente de praças, tais locais estão longe de ser classificadas como tal, pois não apresentam os requisitos mínimos ambientais e sociais para serem considerados como tal. Por outro lado, as praças de comércio e dos pátios das igrejas que seguem a tradição europeia medieval (Itália, Portugal e Espanha) são comumente chamadas de adros ou largos, isso porque a grande maioria não apresenta vegetação (SCALISE, 2010).

Para Silva e Paiva (2008), no Brasil desde o período colonial as praças desenvolvem uma função fundamental para as relações sociais e passam a ser o ponto de encontro para reuniões políticas, comércio e atividades culturais.

No início as praças brasileiras compunham os jardins das igrejas e os jardins dos palácios de fidalgos, de modo a estabelecer assim a continuidade do estilo de vida europeu. Com o passar do tempo, ora como espaço ou como lugar --- as praças passam a desempenhar um papel primordial na constituição urbana, como espaço constituído, moldado e materializado pelas articulações sociais e lugar “visto como resultado da construção de

um elo afetivo entre o sujeito e o ambiente em que vive” (OLIVEIRA NETO e QUEIROZ, 2010, p. 2).

Há casos em que a história entre as cidades e as praças se funde, à medida que cidades surgiram no seu próprio entorno. No Brasil, país católico, muitas igrejas marcam o início da urbanização e seguindo a herança europeia, a construção da igreja se confunde com a da praça, revelando a relação antiga entre igreja e praça (MALISKI, 2011).

Para as autoras Yokoo e Chies (2009) muitas praças se reduziram a espaços verdes sem interatividade com os pedestres que por elas passam, sem convívio social e, com o descaso público deixam de ser áreas procuradas para o lazer perdendo assim sua representatividade.

Um marco na história do espaço público brasileiro se deu pelo ajardinamento, alterando a função da praça na cidade, onde comércio e manifestações militares passam a ocorrer em locais apropriados e não mais nas praças. A praça então se destina ao passeio, à contemplação, ao lazer e à convivência (SILVA e PAIVA, 2008). Para Oliveira Neto e Queiroz (2010) as praças que por muito tempo foram controladas pela igreja e pelo Estado, passaram a ser os espaços das feiras, circos e das brincadeiras de crianças, constituindo-se, então, em espaço simbólico mais do profano que do sagrado.

Assim, de uma maneira geral, as praças brasileiras que surgiram em torno das igrejas e dos palácios passaram a dominar o cenário urbano, constituindo-se local de convívio social, lazer, contemplação e manifestações culturais e políticas, sendo um espaço livre que auxilia a escrever a história cultural da cidade e da população que as frequenta.

### **3. CARACTERÍSTICAS HISTÓRICAS DAS PRAÇAS PONTA-GROSSENSSES: CAMINHOS METODOLÓGICOS**

A cidade de Ponta Grossa, localizada no Segundo Planalto Paranaense, surgiu a partir da Rota dos Tropeiros<sup>1</sup>, em cujo roteiro as fazendas existentes serviam de parada de descanso das tropas. Em 1823, foi elevada à freguesia e, no local mais alto da colina próxima à parada dos tropeiros, foi escolhido um local onde seria construído a nova capela dedicada à Senhora Sant’Ana. A igreja passa a ser o marco zero da cidade, e as primeiras ruas e casas foram construídas no seu entorno. Foi elevada à categoria de Vila em 1855 e, em 1862, à de cidade<sup>2</sup>.

As praças marcam a trajetória histórica da cidade desde a construção da primeira igreja, pois no seu entorno foi reservado um espaço que ficou conhecido como o primeiro largo da cidade, o Largo da Matriz.

Santos Eurich (2011) lembra que as praças são muitas vezes alvo de estudos, uma vez que expressam períodos históricos das cidades. No caso de Ponta Grossa, as primeiras praças estiveram ligadas às igrejas católicas, herança deixada pela colonização portuguesa, que utilizava esses espaços para manifestações religiosas.

Com a chegada local da estrada de ferro, no início do século XX, a cidade recebeu muitos migrantes que vieram pela promessa de trabalho nas ferrovias. Com mais habitantes, a

---

<sup>1</sup> Criadores e comerciantes de gado que levavam o gado do Rio Grande do Sul a São Paulo para comercializá-los nas feiras. Disponível em: <http://www.pontagrossa.pr.gov.br/historia>, acesso em 13/02/2017.

<sup>2</sup> Disponível em: <http://www.pontagrossa.pr.gov.br/acidade>, acesso em 13/02/2017.

cidade começa seu movimento de expansão, com o surgimento de novos bairros e abertura de novas ruas para ligar essas regiões à região central da cidade (BISCAIA, 2010).

Para Biscaia (2010) a expansão horizontal urbana da cidade de Ponta Grossa se dá de forma gradativa juntamente como o aumento da população urbana e a diminuição de área agropecuária, fazendo com que a especulação imobiliária encareça os investimentos do poder público local com equipamentos urbanos e infraestrutura.

Com o passar dos anos e a crescente expansão da cidade, foram surgindo novos bairros e loteamentos e com essa expansão, novos espaços públicos foram criados. Ao todo são cento e vinte e cinco espaços públicos na cidade de Ponta Grossa denominados como praças públicas urbanas, conforme registro na Prefeitura Municipal até o mês de maio de 2016. O surgimento desses espaços e sua consolidação ajudaram a escrever a história da cidade.

A metodologia utilizada neste trabalho foi a pesquisa documental, que permite a investigação da problemática não como interação imediata, mas como estudo de documento, ou seja, de forma indireta. Os documentos são fontes de dados brutos e a sua análise e verificações têm a finalidade de lhes atribuir um significado (SILVA et. al., 2009).

A primeira etapa consistiu no levantamento do material disponível sobre as praças nas atas da Câmara Municipal de Ponta Grossa dos anos de 1855 a 1940 (quatorze livros atas), nos decretos e leis municipais na Prefeitura Municipal de Ponta Grossa dos anos de 1941 a maio de 2016, nos acervos da Casa da Memória de Ponta Grossa e no Museu Campos Gerais. Foi realizada a leitura de todos os documentos, a transcrição literal de todos os dados relevantes para --- em seguida, fazer-se o mapeamento dos temas promovendo o cruzamento dos temas-chaves (método de SILVA et. al., 2009). As transcrições foram literais dos livros atas, porém por falta dos decretos de leis anteriores a 1940, no arquivo público da Prefeitura Municipal, muitos assuntos acabavam por se repetir nas atas, de forma especial os chafarizes localizados, especialmente o do Largo do Rosário, onde os vereadores faziam diversas discussões referentes a melhorias da sua estrutura. Durante o período conhecido como Estado Novo a Câmara Municipal foi suspensa de 10 de novembro de 1937, retornando suas atividades somente no ano de 1945. A linha do tempo foi elaborada por década, em função da grande quantidade de praças e para facilitar a diferenciação por período.

Para a análise da toponímia foi necessário elaborar uma listagem com todos os nomes, em seguida dividi-los em grupos que foram determinados da seguinte maneira: antropo toponímico que se refere ao nome de pessoas; geográfico referente a nome de lugares; histo-sociotoponímico, relativo a nome de fatos acontecidos e datas de caráter social e histórico; hiero-hagiotoponímico, referente aos nomes sagrados; fito toponímico referente ao nome de plantas (BIONDI e LIMA NETO, 2012) e sem identificação, que ainda não receberam decretos de denominação da Prefeitura Municipal.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **A gênese dos Largos e Praças em Ponta Grossa**

A história das praças ponta-grossenses se confunde com a própria história da cidade, devido ao fato de o marco inicial da cidade ter ocorrido com a construção da primeira capela católica em homenagem à Senhora Sant'Ana e seu entorno ser destinado ao primeiro largo da cidade, o Largo da Matriz.

Os largos desempenhavam um importante papel como precursores da cidade, pois em todos os lugares da nova cidade que desempenhassem importante papel, havia um local destinado a ser o largo. Alguns largos estão ligados às funções religiosas como é o caso do Largo da Matriz, do Largo da Lamenha e do Largo da Necrópole do Cemitério Municipal. Porém havia também largos ligados aos estabelecimentos públicos, sendo eles: Largo Municipal, junto à antiga prefeitura, Largo da Cadeia, Largo do Mercado e o Largo do Matadouro. Havia também o Largo do Rosário, que desempenhava funções religiosas, pois ficava nas imediações da igreja do Rosário e também desempenhava funções sociais, devido à proximidade do Colégio Regente Feijó e por abrigar os chafarizes responsáveis pelo abastecimento de água da cidade.

Praça Barão do Rio Branco,  
anteriormente Largo do Rosário, déc.  
1910



Fonte: Museu Campos Gerais.

Praça Barão do Rio Branco,  
anteriormente Largo do Rosário, déc.  
1920



Fonte: Museu Campos Gerais.

Praça Marechal Floriano Peixoto,  
anteriormente Largo da Matriz, déc.  
1940



Fonte: Museu Campos Gerais.

Barão de Guarauná, anteriormente Largo  
da Lamenha, déc. 1900



Fonte Museu Campos Gerais.

Sendo assim, desde a fundação da cidade os espaços públicos têm desenvolvido importante papel, auxiliando a população, em razão de suas inúmeras funções a encontrar nos largos o convívio social, relações comerciais e a realização de ritos religiosos.

Ao longo da história da cidade e com seu desenvolvimento, outros espaços passaram a ser destinados como largos ou praças. A partir da análise feita nas atas da Câmara Municipal

e dos decretos e leis da Prefeitura Municipal de Ponta Grossa foi possível identificar cento e vinte e cinco praças, como demonstra o Quadro 1:

**Quadro 1- Linha do Tempo da criação das Praças de Ponta Grossa- 1855/2015**

1850-1900	1910-1939	1940-1950
<p>1855- Largo da Matriz* 1855- Largo do Rosário* 1886- Largo da Lamenha passa a denominar-se Largo São João. 1897- O largo da Matriz passa a denominar-se Largo Marechal Floriano Peixoto. 1897- Largo Marechal Bittencourt. 1900- Largo do Matadouro passa a denominar-se Praça Santos Andrade.</p>	<p>1912- O Largo do Rosário passa a denominar-se Praça Barão do Rio Branco. 1912- O Largo São João passa a denominar-se Praça Barão de Guaraúna. 1939- Praça Dr. Bernardo Garcez.</p>	<p>1940- Praça Ubaldino do Amaral. 1941- Praça Duque de Caxias. 1944- Praça Simão Bolívar. 1944- Praça Guayraca. 1948- O Cemitério São José passa a ser a necrópole do Largo Professor Colares. 1949- A Praça 5 de Outubro passa a denominar-se Praça Governador Manuel Ribas. O Largo Marechal Bittencourt passa a denominar-se Praça João Pessoa*</p>
1951-1960	1961-1970	1971-1980
<p>1957- Praça Bom Jesus. 1957- Praça Mario Carvalho Guimarães. 1957- Praça São Vendelino. Praça Dr. Bernardo Garcez passa denominar-se Praça Getúlio Vargas*</p>	<p>1962- Praça Alfredo Pedro Ribas. 1962- Praça Ubaldino do Amaral passa a denominar-se Praça Bom Jesus. Em 1968 passa a denominar-se Praça Dr. José de Azevedo Macedo. 1964- Praça Aldo Vergani. 1964- Praça Madre Maria dos Anjos. 1964- Praça Dom Antônio Mazzarotto. 1966- Praça Cidade Curitiba. 1967- Praça do Expedicionário. 1968- Praça Gustavo Meister.</p>	<p>1973- Praça São Cristóvão. 1973- Praça Ângelo Moro. 1976- Praça Juscelino Kubitscheck. 1976- Praça Antônio Frederico Ozanam. 1977- Praça Marechal João Batista Mascarenhas de Moraes. 1977- Praça Professor Álvaro Holzmann. 1977- Praça Hulda Roedel. 1978- Praça Ana Baptista Miró Guimarães. 1978- Praça João Maria Cordeiro. 1978- Praça Coronel Christiano Justus Junior. 1978- Praça São Cristóvão passa a denominar-se Praça Frei Elias Zulian 1979- Praça Thercizio Manfron. 1980- Praça Rotary Internacional.</p>
1981-1990	1991-2000	2001-2010
<p>1982- Praça Simão Nasseh. 1983- Praça Margarida Malucelli Moro. 1983- Praça Martinho Lutero. 1984- Praça Arthur Gomes. 1985- Praça João Montes Filho. 1985- Praça Presidente Tancredo de Almeida Neves. 1986- Praça Ernani Coimbra. 1989- Praça Serra Clube de Ponta Grossa.</p>	<p>1991- Praça Ida dos Santos. 1991- Praça Felipe Chede (Boa Vista). 1991- Praça Dr. Aluísio Grochoski. 1992- Praça Felipe Chede (Núcleo Santa Terezinha). 1992- Praça Isidoro Ferrer Alfaro. 1992- Praça do Parque Santa Lúcia. 1992- Praça dos Aposentados. 1992- Praça Deputado Ary Kffuri. 1992- Praça Orival Carneiro Martins.</p>	<p>2001- Ginásio de Esportes Parque Santa Luiza. 2001- Praça Dorivaldo Jansen. 2001- Praça José da Guia Larocca. 2002- Praça da Música passa a denominar-se Praça da Música Emílio Voigt. 2003- Praça Orlando Carvalho de Paula. 2003- Praça João Jacob Fernandes. 2004- Praça Dirceu Ferreira de Andrade. 2004- Praça Sebastião Luiz Almeida.</p>

\* Não foi possível determinar a data precisa de criação.

\*\* Praças com dois decretos diferentes de nomeação

Fonte: Atas e Decretos.

Org: as autoras.

### Quadro 1- Linha do Tempo da criação das Praças de Ponta Grossa- 1855/2015 (continuação)

1981-1990	1991-2000	2001-2010
<p>1989- Praça Prefeito Cyro Martins. 1989- Praça Augustinho Mathias Pinheiro. 1989- Praça Batalhão Suez. 1989/1992- Praça Dr. Lourival Santos Lima.** 1990- Praça Urbano Caldeira. 1990- Praça Vitor Contin. 1990/1990- Praça Alberto Ansbach.** 1990/1992- Praça Padre Ângelo Fernandez Caballero **</p>	<p>1992- Praça Theodomiro Miró Guimarães. 1992- Praça de Cultura Professor Faris Michaelés. 1995- Praça João Miguel Maia. 1995- Praça Igreja Luterana. 1995- Praça Prefeito Eurico Batista Rosas. 1995- Praça João Miguel Maia. 1995- Praça da Música. 1996- Praça Nossa Senhora de Fátima. 1996/1996- Praça Miguel Sallum.** 1996/1996- Praça João Stanislawzuk.** 1998- Praça Batalha de Guararapes. 1998- Praça Dr. Olavo Alberto de Carvalho. 1999- Praça Reinoldo Schneckenberg. 1999- Praça Mário Machado. 1999- Praça Lourival Peracetta. 1999- Praça Ferdinando Scheffer. 1999- Praça Tropeiro Tobias Gumercindo do Valle. 1999- Praça Augusto Canto Júnior. 2000- Praça Ambiental Jacobus Van Wilpe. 2000/2000- Praça Dr. Osmário Pimentel dos Santos.** 2000/2014- Praça Hamilton Nunes de Cerqueira.**</p>	<p>2004- Praça João Ruthes Ramos. 2004- Praça Professora Luci Terezinha Franco Ribicki. 2004- Praça Antonio Coelho. 2004- Praça Antenor Andruchs. 2004- Praça Alietes Aurora Pereira Gomes. 2004- Praça João Francisco Gomes. 2004- Praça Maria da Aparecida de Quadros. 2005- Praça Alemães do Volga. 2005- Praça Maria Antonia de Oliveira. 2006- Praça Maria Aparecida Cardozo Teixeira Pinto. 2007- Praça Juvelino Eduardo da Silva Farias. 2007- Praça Jair Tomaz de Aquino. 2007- Praça Nono José Prandel 2007- Praça Lions Clube Ponta Grossa – Vila Velha. 2008- Praça Alfreda Urba. 2008- Praça Abilio Batista. 2008- Praça São Vendelino passa a denominar-se Praça Espírito Santo. 2008- Praça Catarina Miró. 2008- Praça João Maria Pimentel 2008- Praça José de Andrade Junior. 2010- Praça Luis Garbuio.</p>
2011-2015		
<p>2011- Praça Paola dos Mártires. 2011- Praça Júlio César Spartalis. 2011- Praça Gustavo Horst. 2012- Praça Cirlene Roth. 2012- Praça Oscar Diedrichs. 2013- Praça Antenor Santos. 2013- Praça Julieta Cilixto Ajuz. 2013- Praça Ari Silva Lima. 2014- Praça Irmãos Wagner. 2014- Praça Miguel Schiebelbein. 2014- Praça José Carlos Muffato. 2014- Praça República do Líbano. 2015- Praça Alvina Santos da Silva.</p>		

\* Não foi possível determinar a data precisa de criação.

\*\* Praças com dois decretos diferentes de nomeação

Fonte: Atas e Decretos.

Org: as autora.

No Quadro 1 é possível observar as datas de denominação das praças, divididas por década. Biscaia (2010) destaca que o desenvolvimento urbano da cidade de Ponta Grossa pode ser dividido por décadas. Primeiramente da construção da igrejinha de madeira por volta de 1830, até a década 1920. Sendo assim é possível observar que no final no século XIX, a cidade contava somente com cinco largos, o que se deve ao fato de estarem concentrados na região central, onde se observa o número reduzido da população que ali residia. As praças existentes eram o Largo da Matriz, que em 1897 passa a denominar-se Praça Marechal Floriano Peixoto. O Largo do Rosário, que em 1912 passa a denominar-se Praça Barão do Rio Branco, responsável por abrigar os chafarizes que forneciam o abastecimento de água a cidade. O Largo da Lamenha que passa a denominar-se Largo São João em 1886 e, posteriormente Praça Barão de Garaúna, em 1912. O Largo Marechal Bitencourt que passou a denominar-se Praça João Pessoa aproximadamente na década de 1940. Por fim, o Largo do Matadouro que passou a denominar-se Praça Santos Andrade em 1900. As três primeiras praças estavam atreladas às igrejas católicas.

O Largo Marechal Bitencourt foi criado com a chegada da estrada de ferro, por estar nas proximidades da estação de trem e do depósito de cargas e o Largo do Matadouro, que foi desativado no ano de 1900, pois, como a expansão urbana chegou próximo de suas imediações, foi transferido, dando lugar à Praça Santos Andrade.

A partir de 1920 até 1939, a cidade se desenvolve com o traçado da estrada de ferro, com bairros e vilas nas suas margens, e se expande de forma radial, ocasionando a criação de bairros como Oficinas e Uvaranas, ligados à estrada de ferro, e o bairro da Ronda, Nova Rússia e Órfãs com função residencial (BISCAIA, 2010). Há, durante esse período, registro de uma única praça, Dr. Bernardo Garcez, no ano de 1939.

Durante as décadas de 1940 a 1949, houve uma grande expansão urbana da cidade, quando o Bairro de Nova Rússia acaba por incorporar novos loteamentos e a instalação de indústria e o Bairro Órfãs aumenta sua área residencial (BISCAIA, 2010). Neste período, sete novas praças recebem denominação, primeiramente a Praça Ubaldino do Amaral, no ano de 1940, em seguida a Praça Duque de Caxias, em 1941, a Praça Simão Bolívar e Praça Guayraca, ambas em 1944, o Cemitério São José passa a ser necrópole do Largo Professor Colares, em 1948, a Praça 5 de Outubro, passa a denominar-se Praça Governador Manuel Ribas e o Largo Marechal Bittencourt passa a denominar-se Praça João Pessoa.

A fase que vai da década de 1950 até 1969 representa, segundo Biscaia (2010), a maior expansão urbana da cidade de Ponta Grossa, crescendo principalmente próximo aos loteamentos já existentes e na periferia. Nesse período aumenta gradativamente o número de praças. Durante a década de 1950 surgem três praças: Praça Bom Jesus, Praça Mario Carvalho Guimarães e a Praça São Vendelino. Uma praça recebe alteração de nome, passando de Praça Dr. Bernardo Garcez para Getúlio Vargas. Na década seguinte, 1960, em consequência da expansão urbana, o número de praças quase triplica em relação às criadas na década de 1950, oito novas praças e uma mudança de denominação a Praça Ubaldino do Amaral passou a se chamar Praça Bom Jesus em 1962; porém como já havia na cidade uma praça com o mesmo nome, no ano de 1968, alterou-se a denominação para Praça Dr. José de Azevedo Macedo.

A partir da década de 1970 e com as mudanças da lei municipal sobre os loteamentos, o crescimento urbano gradualmente invadiu áreas que eram consideradas rurais, expandindo-se e, com o aumento das áreas periféricas, ocorre também a implantação de novos loteamentos (BISCAIA, 2010). Ainda na década de 1970, a cidade tem registro de doze novas praças, espalhadas pela malha urbana ponta-grossense e uma praça com



alteração de denominação: Praça São Cristóvão, nomeada em 1973, recebe a alteração do nome oito anos depois, em 1978, para Praça Frei Elias Zulian.

Durante a década de 1980 continua a crescer o número de novos loteamentos na cidade e gradativamente aumenta o número de espaços públicos destinados, nesses novos loteamentos, à função de praça pública, somando dezesseis novas praças. Nesse período há três praças que possuem dois decretos municipais de denominação, ou seja, foram nomeadas duas vezes, em decretos diferentes com o mesmo nome, sendo elas denominadas de: Dr. Lourival Santos Lima, Alberto Ansbach, Padre Ângelo Fernandez Caballero.

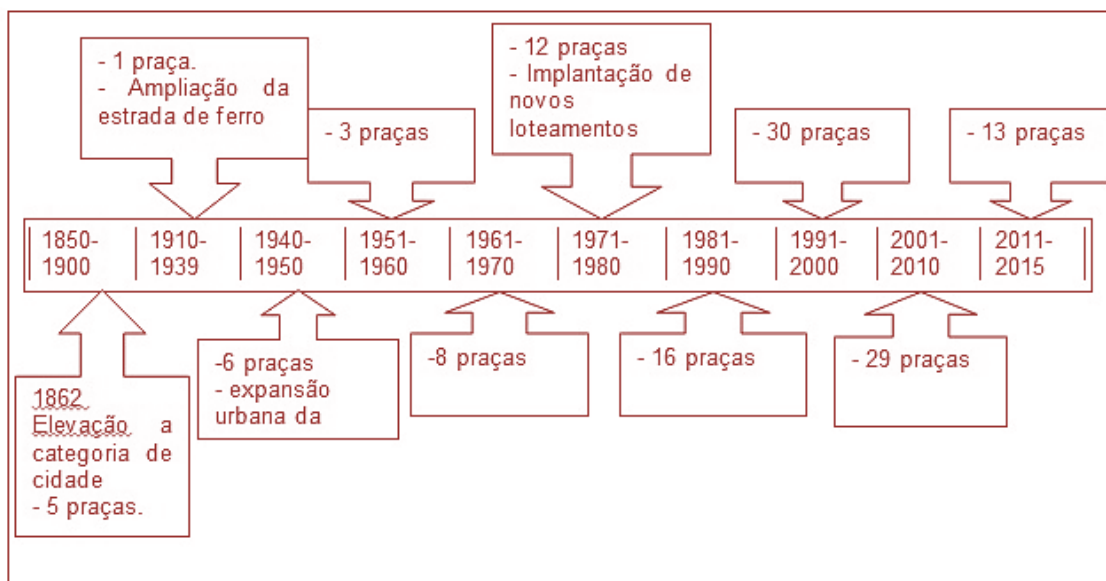
A década de 1990 é o período em que mais praças foram criadas, segundo os Decretos da Prefeitura Municipal. Ao todo são trinta, divididas entre os bairros e os novos loteamentos. Dessas praças, quatro possuem dois decretos de denominação, sendo elas: Miguel Sallum, João Stanislawzuk, Dr. Osmário Pimentel dos Santos, Hamilton Nunes de Cerqueira.

Com a chegada do século XXI, o cenário urbano de muitas cidades se modifica, e em Ponta Grossa surgem novos loteamentos impulsionados pela prefeitura, através do programa da Companhia de Habitação de Ponta Grossa – PROLAR, pelo governo estadual, a partir do programa de Companhia de Habitação do Paraná – COHAPAR – e por companhias privadas e posteriormente impulsionados pelo programa do governo federal “Minha casa, minha vida”. Foram vinte e nove praças criadas nessa década uma a menos do que na década de 1990. Duas praças alteraram sua denominação: a Praça da Música que passou a denominar-se Praça da Música Emílio Voigt, em 2002 e, a Praça São Vendelino, que passou a denominar-se Praça Espírito Santo, em 2008.

Durante os anos de 2011 a 2015 houve a criação de treze novas praças pontagrossenses.

A figura 1 sintetiza a dinâmica da criação das praças por década na cidade de Ponta Grossa, com destaque para o período entre 1991 a 2010 com um total de 59 praças, ou seja, 47,2% do total dos espaços públicos denominados praças.

**Figura 1:** Número de praças criadas em Ponta Grossa-PR, por década



Organizador: as autoras.

Portanto, a partir da expansão da cidade e principalmente com a chegada da estrada de ferro a cidade de Ponta Grossa começa sua expansão radial, com o surgimento de loteamentos mais distantes da região central, que garantiram em sua formação ao menos um espaço público destinado a ser uma praça. Alguns loteamentos e vilas contam com mais de um espaço público, procurando oferecer à população um local de convívio social, descanso e lazer.

Os largos ponta grossenses obedeceram, desde sua criação, um modelo de espaço público comum na Europa, trazido ao Brasil por influência portuguesa: trata-se de praças secas, aparentemente sem vegetação, destinadas a ter uma função específica, seja ela religiosa, comercial ou política.

Os primeiros largos em geral desempenhavam funções bem específicas, sendo que o Largo da Matriz era destinado a eventos religiosos, pois seu espaço amplo permitia procissões e festas religiosas, assim também como o Largo da Lamenha e a Necrópole do Cemitério Municipal desempenhavam funções religiosas.

O segundo largo da cidade – Largo do Rosário – também possuía uma função primordial à sobrevivência da população, uma vez que era o responsável pelo abastecimento de água da população, devido à passagem de um arroio urbano muito próximo das suas imediações. A água era canalizada do arroio e retirada por todos a partir de torneiras instaladas junto aos chafarizes. Por desempenhar importante função, os pedidos de melhorias nos chafarizes se tornavam recorrentes nas Atas da Câmara Municipal. Depois da inauguração do Colégio Regente Feijó, o Largo do Rosário servia também como área de recreação e de atos cívicos dos alunos.

Largos como o da Prefeitura e o da Cadeia desempenhavam funções sociais, pois seu espaço era utilizado para reuniões cívicas, discussões políticas e diálogo entre os cidadãos. Já o Largo do Mercado e o do Matadouro desempenhavam funções comerciais, pois eram responsáveis pelo fornecimento de alimento para toda a população.

Com a Proclamação da República em 1889, alteraram-se as funções públicas desses espaços, sendo que em 20 de fevereiro de 1890, o Artigo 10 deixa clara a necessidade de ajardinamento das praças públicas, estabelecendo inclusive multa aos que destruíssem suas flores e arbustos.

Em 1897, o Largo da Matriz passa a denominar-se Praça Marechal Floriano Peixoto e, continua a exercer suas funções religiosas, porém adquire também as funções de recreação e lazer para a população.

O Largo do Rosário, que passou em 1912 a denominar-se Praça Barão do Rio Branco, desempenhou as funções de abastecimento de água na região, porém, quando esse serviço deixou de ser necessário, os chafarizes foram desativados. Hoje existe uma fonte que lembra sua primeira função de dessedentação da população. A praça continuou ainda a servir para a recreação dos alunos do Colégio Regente Feijó, abrigando o parque infantil e quadra de esportes, sendo que o primeiro foi preservado no mesmo local. No ano de 1927, a praça abrigou também um galpão destinado ao cinema, enquanto o espaço destinado a essa atividade (Cine Império) passava por reformas. A praça ainda recebeu a construção da Concha Acústica destinada a apresentações das bandas ponta grossenses. Atualmente a praça possui as funções sociais de descanso, lazer e contemplação, desenvolvendo também funções comerciais e culturais, com feiras de artesanato local, casa do artesanato e apresentações ocasionais de teatro e musicais na Concha Acústica (BISCAIA, 2010).

Os Largos da Prefeitura, Mercado e Cadeia, deixaram de ser espaços públicos e, com a expansão urbana, passaram a possuir edificações, deixando também de exercer antigas funções. O Largo do Matadouro, depois de desativado, passou a denominar-se Praça Santos Andrade, atualmente faz parte do Campus Central da Universidade Estadual de Ponta Grossa. O Largo da Lamenha passou a denominar-se Praça Barão de Garaúna e atualmente exerce funções sociais e religiosas.

As novas praças que foram surgindo com a expansão urbana da cidade de Ponta Grossa foram criadas para desempenhar as funções sociais de convívio, descanso, lazer e contemplação, auxiliando no bem-estar da população. De acordo com Santos Eurich (2014), o centro e a região norte da cidade de Ponta Grossa são as áreas que apresentam maior número de praças, seguidas dos bairros que circundam o centro ao sul. Os bairros mais afastados do centro apresentam os menores índices.

#### **4.1. OS TOPÔNIMOS DAS PRAÇAS PONTA GROSSENSES**

O ser humano sempre possuiu a necessidade de dar nome aos lugares e às coisas, nomeando ruas, espaços públicos e edifícios. Esse método ficou conhecido como toponímia e, segundo o Regulamento Municipal de Toponímia de Montemor-o-Velho (2008, p. 2).

A toponímia define-se etimologicamente como o estudo histórico ou linguístico dos nomes próprios dos lugares, traduzindo-se numa forma de identificação, orientação, comunicação e localização dos imóveis urbanos e rústicos e de referenciação de localidades e sítios. Mas é também um factor de valorização do patrimônio histórico e cultural.

Ainda o mesmo documento enaltece que os nomes das localidades estão associados aos valores culturais, que consolidam a identidade cultural da população, além de auxiliar na localização do território.

A partir da análise da nomenclatura das praças de Ponta Grossa, é possível observar que 88% das praças se encontram na classificação de antropo toponímico, ou seja, possuem o nome de personagens históricos, artísticos, políticos, entre outros, que estão sendo homenageados, como por exemplo, Praça Barão do Rio Branco, Praça Simão Bolívar, Praça Professor Álvaro Holzmann.

Na classificação geográfica que remete a nome de lugares encontramos 4% das praças da cidade, por exemplo, Praça Cidade de Curitiba, Praça República do Líbano.

Entre as praças com classificação histo-sociotoponímico, nomes relativos a datas e acontecimentos históricos ou sociais, encontram-se também 4% das praças da cidade, como por exemplo, Praça Alemães do Volga, Praça do Expedicionário.

As praças com classificação de hiero-hagiotoponímico, as de nomes sagrados, constituem 2,4% e têm com exemplo: Praça Nossa Senhora de Fátima, Praça Igreja Luterana.

Ainda nas classificações, foram identificadas que 1,6% das praças não possuem identificação, sendo sua denominação associadas aos nomes das vilas ou conjuntos habitacionais onde estão localizadas, por exemplo, Praça do Parque Santa Lúcia. Por fim, não foi identificada nenhuma praça que possa ser classificada como fitotoponímico na

cidade.

O critério dominante adotado para os nomes das praças da cidade de Ponta Grossa é o antropotopônimo, homenageando pessoas ilustres no âmbito municipal, estadual, nacional e até internacional. Almeida (2011) entende que os topônimos agregam importante valor documental, pois eles possuem características históricas, geográficas e culturais de uma sociedade, não cabendo no estudo toponímico somente a análise linguística, mas também buscar as particularidades da nomeação.

Ainda dentro do tipo antropotopônimo são encontradas diferenças de gênero, uma vez que 86,53% são homenagens masculinas e somente 13,47% são femininas. As denominações femininas só começaram a ser utilizadas pela Câmara Municipal a partir do ano de 1977, anteriormente todas as denominações eram masculinas. Do total de homenagens masculinas 70,18% são tributos a personalidades civis, e 16,35% são de homenagens a personalidades políticas, relativas principalmente aos primeiros anos da República. Em relação às homenagens femininas todas são personalidades civis.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cidade de Ponta Grossa desde seu surgimento tem os espaços públicos como locais que fizeram parte e ajudaram a escrever sua história. O modelo seguido dos primeiros espaços públicos da cidade remete ao modelo europeu trazido pelos portugueses e imigrantes e difundido em todo o Brasil: a existência de largos, praças geralmente secas, sem vegetação, no entorno de igrejas ou prédios públicos, que exerciam funções específicas de acordo com sua localização, ou seja, estavam próximo às igrejas e desenvolviam a função de sagrado, servindo principalmente para ritos religiosos.

A partir da chegada da estrada de ferro na cidade de Ponta Grossa e com a vinda de muitos imigrantes e migrantes em busca de trabalho, a cidade foi se expandindo ao longo da estrada de ferro no sentido centro-periferia. Com o surgimento de novos loteamentos e o aumento da população foi necessário suprir as demandas de lazer da população, destinando-se espaços públicos nos novos loteamentos para a criação de praças públicas, em geral ajardinadas, que desenvolviam uma nova função de lazer, descanso, contemplação e convívio social.

O período de maior criação de praças na cidade se deu entre a década de 1990 a 2010, visto que nesse período a cidade passou por um grande desenvolvimento, principalmente pela facilidade de empréstimos bancários para a aquisição imobiliária.

Quanto à classificação toponímica, 88% das praças que se desenvolveram nesses cento e noventa e dois anos da cidade de Ponta Grossa, receberam uma classificação antropotoponímica, homenageando principalmente figuras e cidadãos ilustres da própria cidade.

Durante a pesquisa houve dificuldades em identificar a data de criação de duas praças, Largo da Matriz e Largo do Rosário, e a data de denominação de outras duas praças, Praça João Pessoa e Praça Getúlio Vargas, devido à falta de citação delas nas atas oficiais. Foi possível identificar que sete praças possuem dois decretos de denominação e que o nome de Felipe Chede foi usado para homenagear duas praças diferentes, uma em 1991 no bairro Boa Vista e outra em 1992 no Núcleo Santa Terezinha, observando-se que ambas as praças permanecem atualmente com essa mesma denominação sem as devidas correções.

Atualmente as praças ponta-grossenses desempenham a função principal de convívio social, lazer e contemplação e se encontram distribuídas na área central e nos bairros da cidade.

## REFERÊNCIAS

- [1] ALMEIDA, Lana Cristina Santana de. Nos trilhos da rua da linha: a motivação semântica da toponímia urbana da cidade de Santo Antônio de Jesus. *Revista Eletrônica da Linguística*, v. 5, n. 2, 2011.
- [2] BIONDI, Daniela; LIMA NETO, Everaldo Marques de. Distribuição espacial e toponímia das praças de Curitiba- PR. Piracicaba, REVSBAU- Revista da Associação Brasileira de Arborização Urbana, v. 7, n. 3, p. 31-43, 2012.
- [3] BISCAIA, Elaine de Oliveira. Funcionalidades das áreas verdes urbanas em Ponta Grossa- PR: o caso das praças Marechal Floriano Peixoto e Barão do Rio Branco. Monografia apresentada ao Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Ponta Grossa- UEPG, 2010.
- [4] CÂMARA Municipal de Montemor-o-Velho. 1ª Alteração ao regulamento municipal de toponímia e numeração de policia do concelho de Montemor-o-Velho, Disponível em: [www.cm-montemorvelho.pt/PDF/regulamento\\_toponimia\\_\(alteracao\).pdf](http://www.cm-montemorvelho.pt/PDF/regulamento_toponimia_(alteracao).pdf), acessado em 10/05/2016
- [5] DE ANGELIS, Bruno Luiz Domingos; DE ANGELIS NETO, Generoso. Os elementos de desenho das praças de Maringá. Maringá: Acta Scientiarum, 2000.
- [6] LOBODA, Carlos Roberto; DE ANGELIS, Bruno Luiz Domingos. Áreas verdes públicas urbanas: conceitos, usos e funções. Guarapuava: *Ambiência*, v. 1, n. 1, p.125-139, 2005.
- [7] MALISKI, Luiz Fabio. O estudo da funcionalidade da praça Bom Jesus, no Bairro de Uvaranas, em Ponta Grossa- PR. Monografia apresentada ao Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Ponta Grossa- UEPG, 2011.
- [8] OLIVEIRA NETO, Antônio Firmino de; QUEIROZ, Dolores de Carvalho. Pelas praças da cidade. Porto Alegre: Anais XVI Encontro Nacional dos Geógrafos, 2010.
- [9] SANTOS EURICH, Zíngara Rocio dos. Análise quali-quantitativa da arborização de praças da cidade de Ponta Grossa- PR. Monografia apresentada ao Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Ponta Grossa- UEPG, 2011.
- [10] SANTOS EURICH, Zíngara Rocio dos. As praças da cidade de Ponta Grossa-PR: arborização urbana, infraestrutura e distribuição espacial. 98f.Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia-Mestrado em Gestão do Território da Universidade Estadual de Ponta Grossa- UEPG, 2014.
- [11] SCALISE, Walnyce de Oliveira. Paisagismo urbano e macropaisagismo. Disponível em: <http://www.scalise.com.br/walnyce/paisagismo/apostila-paisagismourb.doc>, acessado em 09 de maio de 2016.
- [12] SILVA, Alessandra Teixeira da; PAIVA, Duarte de Oliveira. Do romantismo á atualidade: Lavras, história de uma praça. Lavras: Editora UFLA, 2008.
- [13] SILVA, Lidiane Rodrigues Campêlo da; DAMACEDO, Ana Daniella; MARTINS, Maria da Conceição Rodrigues; SOBRAL, Karine Martins; FARIAS, Isabel Maria Sabino de. Pesquisa documental: alternativa investigativa na formação docente. Curitiba: Anais EDUCERE – IX Congresso Nacional de Educação, III Encontro Sul Brasileiro de Psicopedagogia, 2009.
- [14] VIEIRO, Verônica Crestani; BARBOSA FILHO, Luiz Carlos. Praça pública: origem, conceitos e funções. Santa Maria: Jornada de Pesquisa e Extensão, 2009.
- [15] YOKOO, Sandra Carbonera; CHIES, Cláudia. O papel das praças públicas: estudo de caso da praça Raposo Tavares, na cidade de Maringá. IV EPCT – Encontro de Produção Científica e Tecnológica, 2009.

# Capítulo 9

## *Impactos socioeconômicos de rodovias em municípios lindeiros*

*Alzair Eduardo Pontes*

*Fernanda Garcia Maschetto Contin*

*Gabriel Augusto Amaral Teixeira*

*Alessandra Teles de Almeida*

**Resumo:** A construção de rodovias pode trazer tanto impactos socioeconômicos quanto ambientais para os municípios lindeiros. Nesse contexto, o objetivo deste artigo é analisar os impactos socioeconômicos da construção de uma rodovia, considerando fatores como a geração de empregos, o aumento do comércio, a valorização imobiliária, o acesso a serviços públicos e a mobilidade urbana. Para tanto, serão realizados artigos já feitos sobre estudos de casos em municípios que tiveram a construção de rodovias recentemente, avaliando tanto os aspectos positivos quanto negativos, buscando identificar medidas mitigadoras e potencializadoras dos impactos. Apresentando como conclusão de que a construção de rodovias em municípios lindeiros tem impactos socioeconômicos e ambientais significativos, e que é necessário avaliar cuidadosamente esses impactos e implementar medidas mitigadoras e potencializadoras para minimizar os efeitos negativos e maximizar os positivos.

**Palavras-chave:** Impactos. Sócioeconômicos. Rodovia. Desenvolvimento sustentável. Municípios Lindeiros.

## 1. INTRODUÇÃO

A construção de rodovias pode trazer impactos significativos para os municípios limieiros, afetando tanto o aspecto socioeconômico quanto o ambiental. Com o aumento do tráfego de veículos, há uma expectativa de maior desenvolvimento econômico, mas também pode ocorrer a degradação ambiental e a exclusão social de comunidades próximas à rodovia.

Além disso, a construção de uma rodovia pode alterar profundamente a dinâmica social e econômica de uma região, impactando não apenas as comunidades diretamente afetadas, mas também aquelas que estão situadas nas proximidades. As mudanças socioeconômicas podem incluir a valorização imobiliária, o aumento do comércio e do turismo, a criação de empregos diretos e indiretos e o desenvolvimento de novas atividades econômicas.

Por outro lado, a construção de uma rodovia também pode gerar impactos negativos, como a fragmentação de ecossistemas naturais, a poluição sonora e do ar, a degradação do solo e dos recursos hídricos, e a remoção de comunidades tradicionais e povos indígenas de seus territórios.

É importante, portanto, que sejam realizados estudos aprofundados sobre os impactos socioeconômicos e ambientais da construção de rodovias, a fim de que se possa avaliar os riscos e benefícios envolvidos e buscar soluções que minimizem os impactos negativos e maximizem os benefícios para a sociedade como um todo.

O objetivo deste artigo é analisar os impactos socioeconômicos da construção de uma rodovia em municípios limieiros, considerando fatores como a geração de empregos, o aumento do comércio, o desenvolvimento de atividades turísticas, a valorização imobiliária, o acesso a serviços públicos, a mobilidade urbana, entre outros.

Para tanto, serão realizados estudos de casos em municípios que tiveram a construção de rodovias recentemente, avaliando tanto os aspectos positivos quanto negativos, buscando identificar medidas mitigadoras e potencializadoras dos impactos. Serão realizadas entrevistas com representantes do poder público, empresários, moradores e outros atores sociais envolvidos, além de revisão bibliográfica sobre o tema.

Espera-se contribuir para o debate sobre os impactos das rodovias em municípios limieiros, fornecendo subsídios para o planejamento e gestão do território, visando o desenvolvimento sustentável e a melhoria da qualidade de vida das comunidades afetadas.

## 2. RODOVIAS EM MUNICIPIOS LINDEIROS

As rodovias são importantes vias de transporte que interligam diferentes regiões e facilitam a circulação de pessoas e mercadorias. No entanto, a construção de uma rodovia em um determinado município pode trazer tanto benefícios quanto prejuízos para a população local e a economia regional.

Para Carvalho (2010, p. 50): "As rodovias têm um papel fundamental na integração do país, no entanto, seus impactos sociais e econômicos em municípios limieiros podem ser significativos e devem ser cuidadosamente avaliados". Onde o autor destaca a importância das rodovias para a integração do país, mas alerta para os impactos sociais e econômicos que podem ser gerados em municípios limieiros. Esses impactos podem ser tanto positivos quanto negativos e devem ser avaliados cuidadosamente antes, durante e depois da construção da rodovia. É fundamental que as comunidades afetadas sejam consultadas e que medidas mitigadoras sejam adotadas para minimizar eventuais impactos negativos.

Em suma, a citação de Carvalho ressalta a necessidade de se considerar os aspectos socioeconômicos dos municípios limdeiros durante o planejamento e a implementação de projetos rodoviários.

Segundo Carvalho et al. (2017), a construção de rodovias em municípios limdeiros pode trazer benefícios econômicos, como a criação de novos empregos e o aumento do comércio local. Além disso, a rodovia pode melhorar a infraestrutura da região e tornar mais eficiente o transporte de produtos e serviços.

No entanto, é importante destacar que a construção de rodovias também pode trazer impactos negativos, principalmente para o meio ambiente e para as comunidades que vivem próximas à rodovia. De acordo com Lima et al. (2015), a construção de uma rodovia pode causar desmatamento, erosão do solo, poluição sonora e visual, entre outros impactos ambientais.

Além disso, a construção de rodovias pode afetar a vida das comunidades que vivem próximas à rodovia. Segundo Ferreira et al. (2016), a presença de uma rodovia pode gerar riscos de acidentes de trânsito, interferir na saúde e qualidade de vida dos moradores e afetar a valorização imobiliária da região.

É importante destacar que os impactos sócioeconômicos da rodovia em municípios limdeiros podem variar de acordo com as características locais, como a densidade populacional, a atividade econômica predominante e a infraestrutura existente. Segundo Silva et al. (2018), a análise dos impactos da rodovia deve considerar não apenas os aspectos econômicos, mas também os aspectos sociais e ambientais.

Dessa forma, é fundamental que sejam realizados estudos de impacto ambiental e social antes da construção de uma rodovia em um determinado município, a fim de avaliar os possíveis impactos negativos e definir medidas mitigadoras para minimizar esses impactos. Além disso, é necessário que sejam adotadas políticas públicas que promovam o desenvolvimento econômico e social da região, de forma equilibrada e sustentável.

### **3. IMPACTOS SÓCIOECONÔMICOS DAS RODOVIAS NOS MUNICIPIOS LINDEIROS**

As rodovias têm um papel importante na integração do país e no desenvolvimento econômico, mas os impactos sociais e econômicos em municípios limdeiros podem ser significativos e precisam ser cuidadosamente avaliados. Segundo Carvalho (2010), a construção de uma rodovia pode causar impactos negativos como desapropriações, perda de áreas verdes e fragmentação de habitats naturais. Além disso, as rodovias podem causar aumento do tráfego, da poluição sonora e do ar, além de aumentar o risco de acidentes.

Segundo o estudo de Nascimento et al. (2014, p 279):

A construção de rodovias nos municípios limdeiros pode ter impactos significativos na economia local, incluindo a criação de empregos e o aumento da renda. No entanto, é importante destacar que esses benefícios podem ser limitados e temporários, especialmente se não houver um planejamento adequado para o desenvolvimento econômico local. Além disso, a construção de rodovias também pode ter impactos negativos na agricultura e no meio ambiente local, como a perda de terras agrícolas e a degradação ambiental. Portanto, é fundamental que sejam



implementadas medidas mitigadoras e potencializadoras para minimizar os efeitos negativos e maximizar os positivos da construção de rodovias nos municípios lindeiros.

Deste modo, destaca a importância de considerar os impactos socioeconômicos das rodovias nos municípios lindeiros. É importante reconhecer que a construção de rodovias pode trazer benefícios econômicos significativos, como a criação de empregos e o aumento da renda. No entanto, também é crucial avaliar os efeitos negativos, incluindo a perda de terras agrícolas e a degradação ambiental.

Para minimizar os efeitos negativos e maximizar os positivos, é necessário um planejamento adequado para o desenvolvimento econômico local, com a implementação de medidas mitigadoras e potencializadoras. Essas medidas devem levar em consideração a preservação do meio ambiente, a promoção do desenvolvimento econômico local e a melhoria da qualidade de vida das comunidades afetadas. O autor destaca também a importância de uma abordagem integrada e sustentável para a construção de rodovias nos municípios lindeiros, com uma avaliação cuidadosa dos impactos socioeconômicos e ambientais, e a implementação de medidas mitigadoras e potencializadoras para maximizar os benefícios e minimizar os efeitos negativos.

Por outro lado, as rodovias podem trazer benefícios econômicos para os municípios lindeiros, como o aumento do comércio e do turismo. De acordo com Silva (2012), a construção de uma rodovia pode gerar novas oportunidades de negócios e empregos na região. Além disso, a presença de uma rodovia pode facilitar o transporte de produtos agrícolas e industriais, tornando a região mais competitiva no mercado.

No entanto, é importante considerar que os benefícios econômicos podem não ser distribuídos igualmente entre a população. Segundo Furtado (2015), é comum que as áreas próximas às rodovias se desenvolvam mais rapidamente do que as áreas mais afastadas. Isso pode levar à concentração de renda e desigualdade social na região. Além disso, a construção de uma rodovia pode atrair empresas que oferecem empregos precários e mal remunerados, o que pode aumentar a exploração do trabalho na região.

Dessa forma, é importante que os impactos socioeconômicos das rodovias sejam avaliados de forma holística, considerando tanto os aspectos positivos quanto negativos. Segundo Lima (2018), é necessário que os governos realizem estudos de impacto ambiental e social antes da construção de uma rodovia, bem como que implementem políticas públicas para mitigar os impactos negativos e promover o desenvolvimento sustentável da região.

Portanto, a construção de rodovias nos municípios lindeiros pode trazer benefícios econômicos para a região, mas é importante que esses benefícios sejam distribuídos de forma justa e que os impactos negativos sejam minimizados. É preciso que haja um equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a preservação ambiental e social da região.

#### **4. DESAFIOS E OPORTUNIDADES DECORRENTES DA RODOVIA**

A construção de rodovias em municípios lindeiros pode trazer desafios e oportunidades para o desenvolvimento socioeconômico local. Segundo Martins e Souza (2018), as rodovias podem se tornar um fator importante para a expansão de negócios e atração de

investimentos para a região. No entanto, também podem gerar impactos negativos, como a perda de terras para agricultores e a fragmentação de habitats naturais.

Ainda que, a construção de rodovias em áreas urbanas pode gerar um aumento do tráfego de veículos, o que pode levar a congestionamentos e poluição do ar. De acordo com Silva (2015), o aumento do tráfego pode ser responsável pelo aumento de doenças respiratórias e problemas de saúde em populações urbanas.

Contudo, a construção de rodovias também pode trazer oportunidades para o desenvolvimento socioeconômico local. Segundo Carvalho (2010), as rodovias podem aumentar a acessibilidade e a conectividade da região, o que pode levar ao aumento do comércio e da prestação de serviços. Além disso, as rodovias podem se tornar um importante meio de transporte de cargas e mercadorias, o que pode impulsionar o desenvolvimento econômico local.

De acordo com o estudo de Silva et al. (2016, p 44):

A construção de rodovias pode trazer desafios e oportunidades para as comunidades locais. Por um lado, a rodovia pode trazer benefícios econômicos, como a melhoria do acesso aos mercados e a redução dos custos de transporte. Por outro lado, a rodovia pode representar uma ameaça à preservação ambiental, à segurança pública e à qualidade de vida das comunidades afetadas.

O estudo destaca ainda que:

Para maximizar os benefícios e minimizar os efeitos negativos da construção de rodovias, é necessário um planejamento adequado, com a participação ativa das comunidades locais e a implementação de medidas mitigadoras e potencializadoras. Além disso, é fundamental que os impactos socioeconômicos e ambientais da rodovia sejam avaliados de forma contínua e que sejam realizadas intervenções adequadas, caso seja necessário Silva et al. (2016, p 44):

Dessa forma, evidencia a complexidade envolvida na construção de rodovias, apontando para a necessidade de um planejamento cuidadoso e participativo, além da avaliação constante dos impactos socioeconômicos e ambientais e da implementação de medidas mitigadoras e potencializadoras.

Diante desses desafios e oportunidades, é importante que os municípios limieiros sejam cuidadosamente avaliados quanto à construção de rodovias. Segundo Teixeira (2012), é necessário que sejam realizados estudos de impacto ambiental e social para avaliar os possíveis impactos da rodovia na região. Além disso, é importante que sejam criados planos de gestão e monitoramento para minimizar os impactos negativos e maximizar as oportunidades de desenvolvimento socioeconômico.

Em resumo, a construção de rodovias em municípios limieiros pode trazer desafios e oportunidades para o desenvolvimento socioeconômico local. É necessário que sejam realizados estudos de impacto ambiental e social e criados planos de gestão e monitoramento para minimizar os impactos negativos e maximizar as oportunidades de desenvolvimento.

## 5. METODOLOGIA

A metodologia utilizada para este artigo foi o estudo de casos de artigos já publicados que abordaram o mesmo tema ou temas semelhantes. Foram selecionados artigos que tratavam dos impactos socioeconômicos de rodovias em municípios limieiros, levando em consideração a relevância dos estudos e a sua aplicabilidade ao contexto brasileiro.

Foram analisados os métodos de coleta de dados, as técnicas de análise utilizadas, os resultados obtidos e as conclusões apresentadas nos artigos selecionados. A partir dessas análises, foram identificadas as principais abordagens metodológicas utilizadas pelos autores e as principais variáveis consideradas na avaliação dos impactos socioeconômicos das rodovias em municípios limieiros.

Os dados foram coletados por meio de levantamento bibliográfico em bases de dados especializadas, como *Scopus*, *Web of Science*, *Pubmed*, entre outras. Foram utilizados descritores e palavras-chave como "impactos socioeconômicos", "rodovias", "municípios limieiros", "desenvolvimento regional", "economia local", "emprego e renda", entre outros.

A análise dos dados coletados foi realizada por meio de técnicas de análise de conteúdo, que permitiram identificar as principais categorias e subcategorias de análise, como aspectos econômicos, sociais, ambientais, políticos e culturais dos impactos das rodovias em municípios limieiros.

Por fim, os resultados obtidos foram analisados e discutidos, com base nas informações coletadas nos artigos selecionados, visando a identificação das principais contribuições e limitações dos estudos analisados e, conseqüentemente, a elaboração de recomendações para futuras pesquisas na área.

## 6. RESULTADOS E ANÁLISES

Foram encontrados cerca de 30 artigos relacionados ao tema da pesquisa, contudo, foram selecionados apenas 5 artigos que se ajustaram melhor ao tema proposto, estes mesmos estão disponíveis no quadro 1.

**Quadro 1:** Artigos sobre municípios que tiveram a construção de rodovias recentemente, abordando aspectos positivos e negativos, além da identificação de medidas mitigadoras e potencializadoras dos impactos

1	"Impactos da construção de rodovias na Amazônia brasileira: revisão da literatura e estudo de caso na BR-163" (115outhern115 road construction in the Brazilian Amazon: literature review and case study on BR-163) por R.M. de Souza et al. (2021)
2	"Avaliação de impacto ambiental da construção de uma rodovia: estudo de caso da BR-101, trecho sul" (Environmental impact assessment of road construction: case study of BR-101, 115outhern stretch) por G.D. Mello et al. (2018)
3	"Avaliação de impactos ambientais decorrentes da construção de rodovias: o caso da BR-101/SC" (Evaluation of environmental impacts arising from road construction: the case of BR-101/SC) por L.B. Serafim et al. (2015)
4	"Análise dos impactos socioeconômicos da construção de rodovias no Brasil: estudo de caso da BR-163" (Analysis of socioeconomic impacts of road construction in Brazil: a case study of BR-163) por D.C. Nascimento et al. (2014)

Fonte: Autoria Própria.

Os artigos encontrados acima destacam a importância de avaliar os impactos socioeconômicos da construção de rodovias em municípios limieiros, bem como identificar medidas mitigadoras e potencializadoras para minimizar os efeitos negativos e maximizar os positivos.

O estudo de Nascimento et al. (2014) realizou uma análise dos impactos socioeconômicos da construção da BR-163 no Brasil. O estudo mostrou que a construção da rodovia trouxe benefícios econômicos significativos para as comunidades locais, como a criação de empregos e o aumento da renda. No entanto, o estudo também identificou efeitos negativos, como a perda de terras agrícolas e a degradação ambiental.

Um estudo de Souza et al. (2021) avaliou os impactos da construção de rodovias na Amazônia brasileira. O estudo destacou a importância da avaliação dos impactos socioeconômicos e ambientais das rodovias na região. Os resultados mostraram que a construção de rodovias na Amazônia tem um impacto significativo na degradação ambiental e na perda de biodiversidade, mas também pode trazer benefícios socioeconômicos, como a melhoria do acesso a serviços básicos e a criação de empregos.

Embora, Mello et al. (2018) tenha realizado uma avaliação de impacto ambiental da construção da BR-101, trecho sul. Os resultados mostraram que a construção da rodovia teve impactos significativos na fauna e na flora local, bem como na qualidade do ar e da água. O estudo também destacou a importância de medidas mitigadoras, como a preservação de áreas verdes e a implementação de tecnologias de proteção ambiental.

Em relação á Serafim et al. (2015) realizou uma avaliação de impactos ambientais decorrentes da construção da BR-101 em Santa Catarina. Os resultados mostraram que a construção da rodovia teve um impacto significativo na biodiversidade local, bem como na qualidade do ar e da água. O estudo destacou a importância de medidas mitigadoras, como a recuperação de áreas degradadas e a implementação de tecnologias de proteção ambiental.

A construção de rodovias em municípios limieiros pode trazer impactos significativos tanto positivos quanto negativos. É importante destacar que a construção dessas rodovias é frequentemente vista como uma estratégia para promover o desenvolvimento econômico e melhorar a acessibilidade, mas é necessário que haja uma avaliação cuidadosa dos impactos socioeconômicos e ambientais envolvidos.

Os estudos mencionados acima destacaram a importância da avaliação dos impactos ambientais das rodovias na região. A construção dessas estradas pode causar danos significativos à fauna e flora locais, bem como à qualidade do ar e da água. A degradação ambiental também pode ter efeitos negativos a longo prazo na economia local, como a diminuição da oferta de recursos naturais e a redução do turismo.

No entanto, os estudos também destacaram que a construção de rodovias pode trazer benefícios socioeconômicos significativos para as comunidades locais. A construção dessas rodovias pode levar à criação de empregos e ao aumento da renda, além de melhorar o acesso a serviços básicos, como saúde e educação. É importante destacar que esses benefícios socioeconômicos são extremamente importantes para o desenvolvimento local e podem ter efeitos positivos a longo prazo na economia da região.

É importante que as medidas mitigadoras e potencializadoras sejam implementadas para minimizar os efeitos negativos e maximizar os positivos da construção de rodovias. A preservação de áreas verdes e a recuperação de áreas degradadas podem ajudar a proteger a fauna e a flora local e melhorar a qualidade do ar e da água.

Em resumo, os estudos destacam a importância de avaliar os impactos socioeconômicos e ambientais da construção de rodovias em municípios limieiros. É importante identificar medidas mitigadoras e potencializadoras para minimizar os efeitos negativos e maximizar os positivos. As medidas incluem a preservação de áreas verdes, a implementação de tecnologias de proteção ambiental, a recuperação de áreas degradadas, bem como a promoção do desenvolvimento econômico local, incluindo a criação de empregos e o aumento da renda.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se concluir que a construção de rodovias em municípios limieiros tem impactos socioeconômicos e ambientais significativos. É necessário avaliar cuidadosamente esses impactos e implementar medidas mitigadoras e potencializadoras para minimizar os efeitos negativos e maximizar os positivos. A preservação de áreas verdes e a recuperação de áreas degradadas são medidas importantes para proteger a fauna e a flora local e melhorar a qualidade do ar e da água. Além disso, a promoção do desenvolvimento econômico local, incluindo a criação de empregos e o aumento da renda, também é crucial para o desenvolvimento sustentável da região. Em suma, é essencial abordar os impactos socioeconômicos e ambientais das rodovias em municípios limieiros de forma integrada, buscando equilibrar as necessidades de desenvolvimento econômico com a proteção do meio ambiente.

Além disso, é necessário que a avaliação dos impactos socioeconômicos e ambientais da construção de rodovias seja realizada de forma participativa e inclusiva. A participação das comunidades locais, bem como de organizações da sociedade civil, é essencial para garantir que os impactos e as medidas mitigadoras e potencializadoras sejam devidamente identificados e considerados.

Outro ponto importante a ser considerado é o monitoramento e avaliação contínuos dos impactos das rodovias após a sua construção. Sendo importante avaliar se as medidas mitigadoras e potencializadoras estão sendo efetivas e se novos impactos surgiram ao longo do tempo.

Em suma, a construção de rodovias em municípios limieiros é uma questão complexa que envolve impactos socioeconômicos e ambientais significativos. É importante que os tomadores de decisão levem em consideração esses impactos e trabalhem em conjunto com as comunidades locais para garantir que as medidas mitigadoras e potencializadoras sejam implementadas adequadamente. Somente assim será possível garantir um desenvolvimento sustentável e equilibrado para essas regiões.

## REFERÊNCIAS

- [1] ALMEIDA, J. R.; BERNARDES, A. T. A expansão das rodovias e seus impactos socioeconômicos nos municípios limieiros: um estudo de caso na rodovia BR-101 em Santa Catarina. In: IX Simpósio Nacional de Geomorfologia, Anais... Florianópolis, 2016.
- [2] BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Manual de Procedimentos de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas em Rodovias Federais. 2ª edição. Brasília: DNIT, 2013.
- [3] CARVALHO, L. M. T. Impactos socioambientais em projetos de rodovias. In: Anais do VIII Encontro Nacional de Estudos do Ambiente, Brasília, 2010.
- [4] CARVALHO, J. R., D'Ávila, L. S., & Borges, L. M. (2017). Impactos da construção de rodovias em municípios limieiros: uma análise dos benefícios e impactos econômicos. Revista Científica

Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, 2(1), 46-59.

- [5] DAMASCENO, A. P. L. Impactos da rodovia BR-230 no desenvolvimento socioeconômico dos municípios limieiros do Estado do Pará. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2013.
- [6] FERREIRA, J. C., Pereira, A. L. A., & Bhering, R. C. C. (2016). Impactos socioeconômicos e ambientais decorrentes da construção de rodovias: um estudo de caso na BR-356, em Itaperuna/RJ. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 20(3), 209-216.
- [7] KIRSCHBAUM, C. R. Impactos das rodovias na dinâmica territorial dos municípios limieiros: o caso da BR-101 em Santa Catarina. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.
- [8] LEONEL, L. C. V. Impactos socioeconômicos das rodovias no entorno dos municípios limieiros: o caso da BR-386/RS. In: *Anais do XXIV Encontro Nacional de Estudos Regionais, Anais... Foz do Iguaçu*, 2014.
- [9] LIMA, J. G., Júnior, O. R. F., & Falcão, E. A. (2015). Impactos ambientais de rodovias: uma revisão bibliográfica. *Ciência Rural*, 45(5), 931-938.
- [10] MELLO, G. D., Ribeiro, E. L. A., & de Oliveira, V. P. (2018). Environmental impact assessment of road construction: case study of BR-101, southern stretch. *Environmental Monitoring and Assessment*, 190(3), 152. <https://doi.org/10.1007/s10661-018-6491-9>
- [11] NASCIMENTO, D.C., Costa, G.V., Castro, R.A. et al. Analysis of socioeconomic impacts of road construction in Brazil: a case study of BR-163. *Environ Dev Sustain* 16, 267–284 (2014). <https://doi.org/10.1007/s10668-013-9476-9>
- [12] SERAFIM, L. B., Zen, S., Marques, E. L., & Fontes, A. G. (2015). Evaluation of environmental impacts arising from road construction: the case of BR-101/SC. *Revista Árvore*, 39(4), 621-629. <https://doi.org/10.1590/0100-67622015000400002>
- [13] SILVA, J. M., de Oliveira, J. F., & Coelho, R. T. (2016). Desafios e oportunidades decorrentes da rodovia: um estudo de caso no município de Cajati-SP. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, 12(2), 14-34.
- [14] SILVA, C. B., Pereira, L. A. S., & Câmara, C. P. (2018). Impactos da construção de rodovias em municípios limieiros: uma análise integrada dos aspectos econômicos, sociais e ambientais. *Revista de Desenvolvimento Regional*, 23(1), 33-51.
- [15] SOUZA, A. R. de. Impactos socioeconômicos da BR-163 no Município de Guarantã do Norte/MT. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Sustentabilidade na Amazônia) – Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, 2018.
- [16] SOUZA, R. M., Camargo, L. V. A., & Barcellos, C. (2021). Impact of road construction in the Brazilian Amazon: literature review and case study on BR-163. *Journal of Cleaner Production*, 305, 127255. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127255>

# Capítulo 10

## *Investigação experimental do aproveitamento de borracha de pneus inservíveis na confecção de concreto para fins estruturais e não estruturais*

*Fabírcia Nunes de Jesus*

*Heliardo Antônio de Freitas Silva*

**Resumo:** O descarte inadequado de resíduos sólidos oriundo das atividades humanas acarreta diversos problemas ambientais e de saúde pública, já que o acúmulo de água no interior dos muitos pode levar à propagação de doenças, a exemplo da dengue. Considerando que o pneu após sua vida útil leva em torno de 600 anos para se decompor na natureza, torna-se ainda mais notório o tamanho do problema a ser resolvido. Tal contexto tem motivado pesquisas a respeito da destinação e reutilização da borracha dos pneus inservíveis. Doutra sorte, a construção civil é um segmento que apresenta grande crescimento a cada ano e demanda diversos materiais para sua execução. Justificada por essas necessidades, o presente objetiva estudar e analisar a eficiência e a viabilidade técnica da substituição do agregado miúdo em concretos para fins estruturais pela borracha do pneu inservível na construção civil, em busca de uma alternativa viável em termos financeiros, além de uma possível solução para o atual problema ambiental de acúmulo de materiais não biodegradáveis. Para isso, foram confeccionados corpos de prova de concreto, modificando-os nas proporções de 10 e 12% de substituição do volume da areia pela borracha triturada. Também foram confeccionados corpos de prova com o concreto normal, usando somente areia como agregado miúdo, para servir como parâmetro. Esses corpos de prova foram testados para resistência à compressão, onde o concreto com uso de borracha se mostrou viável para uso na construção civil. Outros benefícios além da reciclagem do pneu inservível podem ser evidenciados, como a diminuição do peso do concreto ao utilizar a borracha, a diminuição do uso de areia, que é um recurso mineral limitado e, por fim, a redução do custo do concreto, já que, a areia empregada em sua produção, é mais cara que a borracha.

**Palavras-chave:** Reaproveitamento. Borracha. Concreto. Resistência.

## 1. INTRODUÇÃO

A necessidade de reaproveitamento ou recuperação de resíduos inservíveis é cada vez mais evidente. Num cenário em que o comum é o descarte, sem se preocupar com a destinação correta, é notória a relevância de alternativas que se proponham a recuperar materiais.

O tema deste trabalho trata a importância da reciclagem das borrachas de pneus inservíveis para empregá-las em novos produtos dentro da construção civil. Assim, a problemática desta pesquisa envolve os danos ambientais, econômicos e sociais provenientes da produção e destinação inadequada dos pneus. Coaduna-se com os produtos sem reutilização ou reciclagem, os quais geram enorme quantidade de resíduos e, conseqüentemente, contribuem para a degradação ambiental.

Na atualidade, a maioria dos pneus não é feita a partir de borracha natural que vem da seringueira, mas são quase que inteiramente produzidos a partir do petróleo. Um pneu pode ter diversas formas, tamanhos e tipos de construção, isso é justificado pela sua diversa gama de aplicações. A proporção dos itens na composição do pneu varia de acordo com seu uso. Por exemplo, nos pneus de automóveis de passeio, que rodam em estradas pavimentadas, a borracha sintética é mais usada que a borracha natural. Nos pneus de caminhões de carga, empregados em múltiplas estradas, predomina o uso da borracha natural, por sua maior resistência aos cortes e lacerações. (ANIP, 2022).

Grande parte dos resíduos de borracha são principalmente formados por pneus inservíveis. Pneu inservível: pneu usado que apresente danos irreparáveis em sua estrutura não se prestando mais à rodagem ou reforma (CONAMA, 2009).

VIPAL (2021) corrobora denominando pneu inservível como aquele que não mais se presta ao processo de reforma que permita condição de rodagem adicional. Tendo em vista que os pneus inservíveis são um dos resíduos que prejudicam o meio ambiente, fabricantes e importadores têm o dever civil de destiná-los adequadamente.

Somando-se a esse fato, o número de veículos não para de crescer no Brasil, chegando a ter um carro a cada 4,4 habitantes em 2019, segundo dados da Associação Nacional dos Detrans, (ADN, 2019). Seguindo o ritmo de aumento da frota tem-se conseqüentemente o aumento da poluição e do número de pneus inservíveis gerados que antes da Resolução criada pelo CONAMA Nº 258 de 1999, eram em grande parte queimados ou acumulados em aterros na natureza formando montanhas artificiais.

Dentre os produtos que reutilizam a borracha estão solados de sapato, materiais de vedação, dutos pluviais, pisos para quadras poliesportivas, pisos industriais e tapetes para automóveis. A borracha moída e separada também é misturada ao asfalto, gerando o asfalto borracha, que apresenta importantes vantagens.

A utilização da técnica do eco asfalto (asfalto com adição de borracha) contribui para a diminuição dos pneus inservíveis, amenizando ainda outro inconveniente relacionado a eles: a proliferação de doenças como a Dengue além de contribuir para a redução de gás carbônico na atmosfera. Quando um pneu inservível tem como seu ponto de disposição final um aterro sanitário, a energia incorporada é perdida e há um impacto adicional da sua contribuição para geração do metano. Da mesma maneira, quando um pneu é incinerado, a energia incorporada é também perdida e há o impacto adicional da emissão de CO<sub>2</sub>. Uma tonelada de pneu picotado emite 2,7 toneladas de CO<sub>2</sub>, quando incinerada. Entretanto quando o pneu é picotado e misturado, toda a energia incorporada é retida dentro do sistema e não há emissão de CO<sub>2</sub> (TEIXEIRA, 2007).



No segmento da construção civil o impacto gerado também é grande e de forma direta, onde o consumo de agregados naturais varia entre 1 e 8 toneladas/habitante x ano. No Brasil o consumo de agregados naturais somente na produção de concreto e argamassas é de 220 milhões de toneladas. Se considerados os entornos das grandes cidades, insumos como areia e agregados naturais britados começam a ficar escassos, inclusive graças ao crescente controle ambiental da extração das matérias primas (SELUNG, 2012).

Para KAMIMURA (2002), a Construção Civil, pela grande quantidade e diversidade de materiais que consome é um mercado, em potencial, para absorver os pneus inservíveis. Além disso, os materiais empregados nas construções ainda são os principais responsáveis pelo custo das obras. Por isso, materiais alternativos, desenvolvidos com resíduos de pneus, podem representar uma boa alternativa para reduzir o preço das moradias.

Beduschi (2014) corrobora dizendo que o acréscimo da borracha de pneus na pavimentação pode proporcionar melhorias para a sociedade e o meio ambiente. Os benefícios ambientais gerados pela utilização da borracha de pneus são inúmeros além da redução do número de pneus descartados, reduz conseqüentemente a poluição visual, focos de criação de insetos como *Aedes Aegypti*, depósito de pneus que geram riscos de incêndio incontroláveis e também a diminuição de assoreamento de rios e lagos causado em parte pelo indevido descarte de pneus.

De acordo com CEMPRE (2021), um material reciclado no mercado será viabilizado quando for ambientalmente seguro e possuir desempenho equivalente, ou melhor, que o material que vise substituir. Nos países mais desenvolvidos, como o Japão, Estados Unidos e Alemanha, pesquisas estão sendo realizadas e aplicadas com sucesso, no entanto, a disposição mais utilizada é em aterros, porém os pneus são antes triturados.

Portanto, a busca por um traço de concreto com adição de resíduos de borracha de pneu que visa melhorar suas características e benefícios do produto final, além de buscar inclusive um menor custo, sendo o produto final de grande interesse não só ambiental, mas também social e empresarial (SELUNG, 2012).

A partir dos argumentos supracitados, essa pesquisa apresenta uma proposta promissora aliando a possibilidade de utilização de resíduos de borracha de pneu, sejam resultantes de processo de recapagem ou de pneus inservíveis moídos como matéria-prima para os processos da construção civil. Assim, o presente trabalho justifica-se, visto que se propõe a investigar técnicas adequadas de disposição da borracha proveniente de pneu de forma a garantir seu aproveitamento adequado no segmento da construção civil. Esta proposta além de propiciar redução do volume a ser descartado indevidamente no ambiente causando poluição dará uma destinação sustentável a este resíduo.

Para este trabalho, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, no intuito de servir como embasamento ao procedimento experimental, e para a posterior comparação e análise de dados obtidos com os ensaios laboratoriais.

Metodologicamente, a pesquisa se classifica como aplicada e experimental, se desdobrando em levantamento bibliográfico e em dados secundários, pesquisa qualitativa, bem como quantitativa. Diante disso, o principal objetivo desta pesquisa consiste em levantar hipóteses e soluções para os problemas específicos de descarte de resíduos sólidos e do reaproveitamento da borracha de pneus inservíveis.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. RESÍDUOS SÓLIDOS

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (2004), tem-se a seguinte definição de resíduos sólidos:

Resíduos nos estados sólido e semissólido que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola e de serviços de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ABNT, 2004).

Segundo Jacobi et al. (2011), uma das maiores dificuldades encontradas hoje, é a adequada destinação dos resíduos sólidos gerados excessivamente, a fim de garantir a sustentabilidade do meio ambiente. Isso quer dizer que o destino final dos resíduos domésticos está entre os aspectos mais preocupantes no cenário mundial. Dessa forma, a atenção sobre o tema vem aumentando com o avanço da produção, somado a uma falta de gestão eficiente no setor e com a carência de áreas para acomodação final.

#### 2.1.1. RELAÇÃO ENTRE AUMENTO DA PRODUÇÃO DE PNEUS E DEMANDA DA BORRACHA

A ANIP (Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos), que representa os fabricantes de pneus novos no Brasil, conceitua pneus inservíveis como aqueles que não podem mais rodar em veículos automotivos. No Brasil existe uma estimativa baseada na frota de veículos que indica a geração de mais de 44 milhões de carcaças de pneus anualmente, sendo mais de 100 milhões de pneus abandonados em todo o país (BERTOLLO, 2002).

Segundo dados da CONTECOM (2020), no Brasil, 70% da produção industrial de borracha é direcionada para a fabricação de pneus. ANDRIETTA (2002) corrobora afirmando que a borracha é o principal material do pneu, representando cerca de 40% do seu peso. Essa borracha pode ser dividida em dois tipos:

- **Natural:** Sua principal extração vem de uma derivada da seringueira - *hevea brasiliensis*. A produção de pneus representa um terço do consumo mundial de borracha.
- **Sintética:** Tipo de elastômeros, polímeros com propriedades físicas parecidas com a da borracha natural. É derivada do petróleo ou do gás natural. Seu consumo para a fabricação de pneus representa 2/3 do total de borracha sintética no mundo.

ANDRIETTA (2002) afirma também que além da borracha, existem, como matéria prima do pneu, o negro de carbono ou negro de fumo, fibras orgânicas - nylon e poliéster, arames de aço, derivados do petróleo e outros produtos químicos. Essencial na construção do pneumático, a adição de negro de fumo deixa a borracha mais resistente e aumenta seu desempenho. Através de um método chamado vulcanização, a borracha é misturada ao negro de fumo num molde aquecido entre 120 a 170 graus Celsius e a eles são adicionados

enxofre, compostos de zinco e outros aceleradores de processo. Considerado difícil de reciclar, o negro de fumo vem sendo substituído pela sílica na construção dos chamados “pneus ecológicos”.

Há anos a humanidade vem desfrutando de um invento que proporciona conforto, eficiência e segurança nos veículos em geral. O pneu, tecnicamente conhecido como pneumático, consiste em um tubo de borracha cheio de ar que, ajustado ao aro de uma roda, permite a locomoção do veículo absorvendo os impactos com o solo. Os pneumáticos são encontrados em diversos veículos. São vistos com mais frequência nos automóveis, ônibus, motocicletas, bicicletas e caminhões. Porém, podem ser encontrados também em aviões, tratores agrícolas, equipamentos de construção e movimentação de materiais. Existem ainda os chamados pneus “maciços”, formados de borracha sólida, encontrados em alguns veículos industriais, agrícolas e militares.

O pneu é definido basicamente em quatro partes com suas respectivas funções. (PUC-RIO, 2023):

- **Carcaça** – parte interna do pneu, responsável por reter a pressão causada pelo ar e sustentar o peso do veículo. Possui lonas de poliéster, aço ou nylon, dispostas no sentido diagonal uma das outras, nos chamados pneus convencionais ou diagonais, ou na forma radial, nos pneus ditos radiais. Os pneus radiais ainda contam com uma estrutura adicional de lonas, chamadas de cintura, que estabilizam a carcaça radial. Essas lonas são constituídas de aço.
- **Talão** – serve para acoplar o pneu ao aro. Possui uma forma de anel e é constituído de arames de aço, recobertos por borracha.
- **Flancos** – parte lateral do pneu e tem a função de proteger a carcaça. É constituída de borracha com alto grau de elasticidade.
- **Banda de rolagem** - parte que entra em contato com o solo. Os desenhos formados nessa parte são chamados de esculturas. Possuem partes cheias e partes vazias e servem para otimizar a aderência com a superfície. É feita com compostos de borracha altamente resistentes ao desgaste.

Para BEUKERING E JANSSEN (2001), o comportamento dos motoristas e a negligência quanto à correta calibragem da pressão interna do pneu são os principais fatores que influenciam na performance durante seu consumo. Nos últimos 40 anos, as melhorias no processo de fabricação fizeram com que os pneus duplicassem sua vida útil. Entretanto, a rápida aceleração e desaceleração do automóvel, sem contar as condições das estradas, fazem a taxa de aproveitamento do pneu diminuir consideravelmente. Por conseguinte, ainda afirmam que um pneu, se utilizado de maneira razoável, pode rodar em média 100.000 quilômetros. No final desse tempo, ele chega a perder 10% de seu peso. A maioria do material dissipado vem da banda de rolagem, parte que fica em contato com o solo, recomposta na recauchutagem.

Para SPECHT, 2004, o importante papel exercido pelos pneus na vida das pessoas está ligado tanto ao transporte de passageiros, como ao de cargas, tornando-se ainda mais relevante o fato de que os países menos desenvolvidos escoarem seus produtos em sua maioria pelas rodovias por meio de caminhões e carretas.

### **2.1.2. DESCARTE DE PNEUS**

Os pneus usados são considerados atualmente um dos maiores problemas ambientais do mundo. Existem hoje mais de três bilhões de pneus inservíveis dispostos inapropriadamente no planeta. Como os materiais constituintes do pneu são considerados grandes fontes energéticas, eles também são usados como combustível nas indústrias cimenteiras. Entretanto, no mundo, a maior parte dos pneus descartados continua indo parar em aterros sanitários. Existem ainda aterros que contêm somente pneus. Esses são mais aceitáveis do que os aterros comuns, pois permitem melhor recuperação energética e de matéria-prima do produto. Podem até se tornar no futuro centros de coleta de pneus. Entretanto, devido às substâncias inflamáveis presente no produto, esses depósitos correm riscos de incêndio, que podem causar danos à sociedade, rios, matas e atmosfera.

### **2.2. LOGÍSTICA REVERSA E O REAPROVEITAMENTO DE PNEUS**

Gardin, et. al., (2010) define a gestão de fluxos entre funções de negócio como logística. Nesse contexto, engloba maior amplitude de fluxos que no passado, incluindo todas as formas de movimentos de produtos e informações. Desta forma, a Logística Reversa tem sua atuação voltada à reintrodução dos produtos ou materiais na cadeia de valor, através de todas as operações relacionadas à sua reutilização, com atividades logísticas destinadas a coletar, desmontar e processar produtos e/ou materiais e peças usados a fim de assegurar uma recuperação sustentável.

O processo de reciclagem de pneus envolve um ciclo que compreende a coleta, transporte, trituração e separação de seus componentes (borracha, aço e lona), transformando sucatas em matérias-primas para o mercado. A dimensão granulométrica é um fator considerado importante, visto que tamanhos menores envolvem custos maiores no processamento.

Desde 1999, as indústrias de pneus brasileiras são obrigadas a dar uma destinação ambientalmente correta para os pneus usados, graças à resolução 258 do Conselho Nacional do Meio Ambiente. Indriunas (2008) relata que o Brasil é um grande reformador de pneus. O setor gera uma receita de R\$ 5,6 bilhões ao ano (dados de 2007). São 7,6 milhões pneus reformados para caminhões e ônibus, 8 milhões para automóveis, 2 milhões para motos e 300 mil para veículos agrícolas ou off roads anualmente, num total de 17,9 milhões, segundo a Associação Brasileira do Segmento de Reforma de Pneus (ABR). Cerca da metade dos pneus usados é reaproveitada, são os chamados pneus meia-vida. Levando em conta o valor de 63 milhões de pneus novos produzidos por ano é como se o Brasil conseguisse reformar bem menos da metade, ou 28%, do que é produzido por ano.

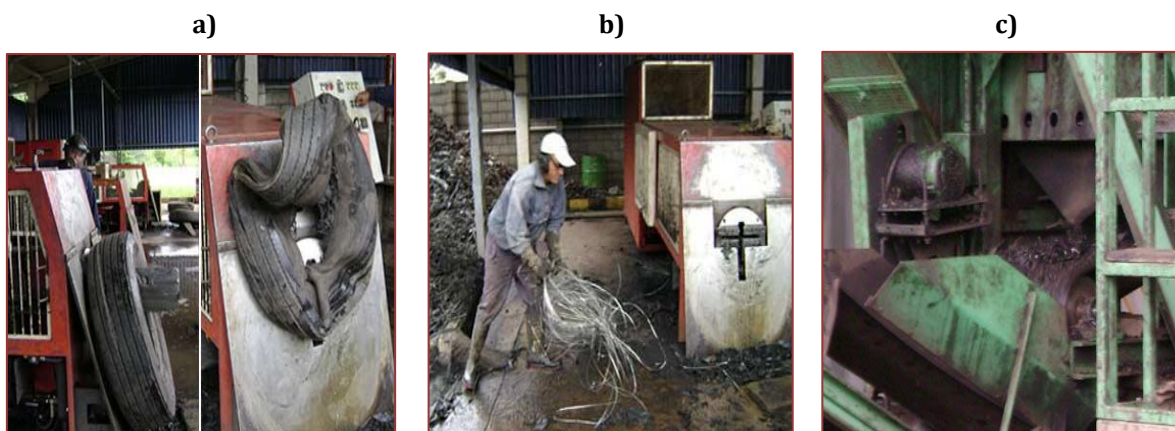
De acordo com a Associação Brasileira do Segmento de Reforma de Pneus (ABR) (2007), o sistema de reaproveitamento emprega apenas 25% do material usado em um pneu novo.

Ainda existe o chamado pneu “inservível”, ou seja, o que não pode ser recauchutado ou reformado. Uma destinação para ele é o grande desafio não só no Brasil como no resto do mundo. Segundo a Anip, desde a publicação da resolução, em 1999, até 2007, foram 700 mil toneladas de pneus reaproveitados de várias formas (como componente energético, matéria-prima para outros produtos etc.). Esse número equivale a 139 milhões de pneus de automóveis, o que dá cerca de 18 milhões por ano. Eles podem se transformar em solados, percintas usadas na estrutura de móveis estofados, como asfalto, componente em

tijolos de concreto e também como matéria-prima para produção de energia em cimenteiras, por exemplo.

Parte do processo de preparação dos pneus antes de irem para as cimenteiras que correspondem por 80% da utilização dos restos dos pneus inservíveis é mostrado na figura 01.

**Figura 01: (a) Extração do metal (b) Retirada do metal e (c) Moagem da borracha**



Fonte: LUÍS INDRUNAS, 2008.

Cabe ressaltar que a irreversibilidade na reação da vulcanização dentro do processo de produção do pneu impossibilita obter novamente a matéria-prima original. Entretanto é possível aproveitar o pneu após cortado e triturado mecanicamente em outros processos, sendo sua forma granulada a que apresenta maiores possibilidades de aplicações.

GONÇALVES, (2012) relata que o reaproveitamento da borracha do pneu tem sido alvo de inúmeras pesquisas. Dentre algumas possibilidades, ela pode ser usada na composição do asfalto de rodovias e ferrovias, na criação de tapetes, na estrutura de campos de futebol e de grama sintética, pode ainda servir para fabricar tiras usadas em móveis estofados, também são utilizadas em pisos de quadras poliesportivas, em forrações termoacústicas, em pisos anti-vibratórios, em solados de sapato, enfim, a borracha pode ser comercializada para fábricas que precisam da borracha para fazer seus produtos. Contudo, não é somente ela que pode ser aproveitada, há também ainda dois elementos presentes nos pneus que também entram na reciclagem: o aço, que pode ser usado nas siderúrgicas e fábricas que o utilizam como matéria-prima para outros produtos.

A UTEP (2022) - Usina de Tratamento Ecológico de Pneus – apresenta formas de reaproveitamento da borracha em alguns setores industriais:

- **Na regeneração da borracha** - O processo de regeneração de borracha envolve a separação da borracha vulcanizada dos demais componentes e sua digestão com vapor e produtos químicos, tais como, álcalis, mercaptanas e óleos minerais. O produto desta digestão é refinado em moinhos até a obtenção de uma manta uniforme, ou extrusado para obtenção de material granulado. A moagem do pneu em partículas finas permite o uso direto do resíduo de borracha em aplicações similares às da borracha regenerada.

- **Na geração de energia** - O poder calorífico de pedaços ou grânulos de pneu equivale ao do óleo combustível, ficando em torno de 40 Mej/kg. O poder calorífico da madeira é por volta de 14 Mej/kg. Os pneus podem ser queimados em fornos já projetados para otimizar a queima. Em fábricas de cimento, sua queima já é uma realidade em outros países.
- **Na engenharia civil** - O uso de grânulos de borracha na engenharia civil envolve diversas soluções criativas, em aplicações bastante diversificadas, tais como, amortecedor de campos de futebol com grama sintética, pistas de atletismo, pisos de academia de ginástica, elemento de construção em parques e playgrounds, quebra-mar, obstáculos para trânsito, pré-moldados e, até mesmo, recifes artificiais para criação de peixes.
- **No asfalto modificado com borracha** - O processo envolve a incorporação da borracha em grânulos ou em pó. Apesar do maior custo, a adição de pneus no pavimento pode até dobrar a vida útil da estrada, porque a borracha confere ao pavimento maiores propriedades de elasticidade diante das constantes mudanças de temperatura. O uso da borracha também reduz o ruído causado pelo contato dos veículos com a estrada, o que lhe confere um alto benefício frente ao investimento na produção.

### 2.3. NORMAS UTILIZADAS NA CONFECCÃO DE CONCRETO

As normas relativas aos ensaios experimentais realizados neste trabalho são citadas a seguir.

- **Estudo granulométrico dos agregados**

ABNT - NBR NM 248. Esta Norma MERCOSUL prescreve o método para a determinação da composição granulométrica de agregados miúdos e graúdos para concreto.

- **Estudo da massa unitária e específica**

ABNT – NBR NM 45. Esta Norma MERCOSUL estabelece o método para a determinação da densidade a granel e do volume de vazios de agregados miúdos, graúdos ou de mistura dos dois, em estado compactado ou solto.

ABNT – NBR NM 9776. Esta Norma prescreve o processo de determinação da massa específica de agregados miúdos para concreto pelo frasco de Chapman.

ABNT – NBR NM 53. Esta Norma MERCOSUL estabelece o método de determinação da massa específica, da massa específica aparente e da absorção de água dos agregados graúdos, na condição saturados superfície seca, destinados ao uso em concreto.

- **Confeccão dos corpos de prova**

ABNT – NBR 5738. Esta Norma prescreve o procedimento para moldagem e cura de corpos de prova cilíndricos e prismáticos de concreto.

- **Ensaio mecânicos**

ABNT – NBR 5739. Esta Norma prescreve o método pelo qual devem ser ensaiados à compressão os corpos-de-prova cilíndricos de concreto, moldados conforme a NBR 5738 e extraídos conforme NBR 7680.

- **Comparações**

ABNT – NBR 6118. estabelece os requisitos básicos exigíveis para o projeto de estruturas de concreto simples, armado e protendido, excluídas aquelas em que se empregam concreto leve, pesado ou outros especiais.

## **2.4. DOSAGEM ABCP**

Entende-se por estudo de dosagem dos concretos de cimento Portland os procedimentos necessários à obtenção da melhor proporção entre os materiais constitutivos do concreto, também conhecido por traço (HELENE, 2005). Segundo estes autores, no Brasil, não existe consenso nacional disposto em uma norma brasileira que padronize os procedimentos e parâmetros para a dosagem do concreto. Vários pesquisadores já criaram seus próprios métodos de dosagem. A Associação Brasileira de Cimento Portland fornece uma metodologia já testada e aprovada para o cálculo de concreto, o método da ABCP, proposto, inicialmente, por Ary Torres e Carlos Rosman (1956), que atualmente adota uma adaptação do método americano do ACI (American Concrete Institute).

## **3. OBJETIVOS**

### **3.1. OBJETIVO GERAL**

O objetivo geral deste projeto é pesquisar a alternativa mais viável em termos de custo/benefício para melhor aproveitamento da borracha de pneus inservíveis, além de avaliar o potencial de utilização do mesmo e torná-lo matéria prima em diversos na construção civil.

### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Com o intuito de atingir o objetivo geral, é necessário se atentar e seguir os seguintes propósitos:

- Avaliar a viabilidade da borracha triturada como agregado miúdo.
- Desenvolver ensaios experimentais e propor substituições percentuais de 10% e 12% de substituição da borracha no agregado para posterior preparação do concreto.
- Definir uma metodologia adequada para granulometria da borracha.
- Adaptar a metodologia do cálculo de dosagem ABCP para implementação da borracha em porcentagens corretas, em medidas de volume.
- Testar a trabalhabilidade do concreto com borracha.
- Avaliar a resistência a compressão do concreto experimental.

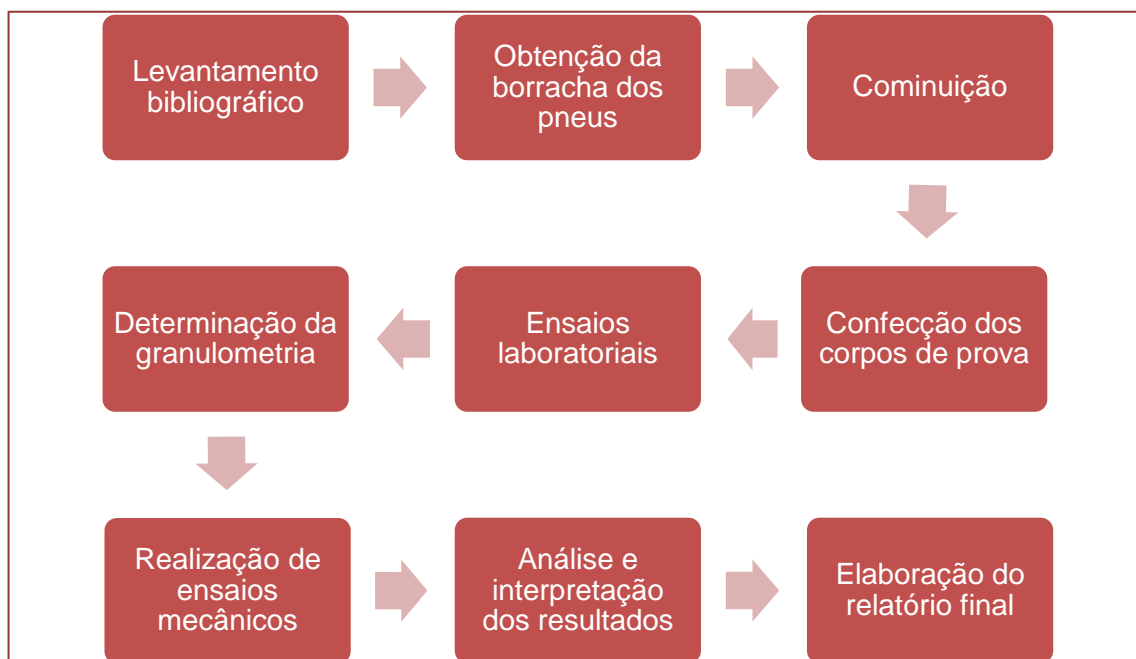
## **4. METODOLOGIA**

As atividades desenvolvidas para o cumprimento dos objetivos e metas do Projeto de Pesquisa serão descritas nesse item. Seguindo os objetivos, foram definidos quais materiais seriam mais condizentes com o concreto comumente utilizado na construção

civil. A metodologia do cálculo de dosagem também foi escolhida pela sua confiança e usabilidade. A confecção dos corpos de prova e os testes realizados posteriormente, são exigidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas.

O fluxograma da Figura 2 apresenta as etapas que serão desenvolvidas nesta pesquisa. Vale destacar que todas as etapas serão desenvolvidas nos Laboratórios da Unidade de João Monlevade.

**Figura 2:** Fluxograma geral das etapas deste projeto de pesquisa



Fonte: Autora, 2022.

#### 4.1. MATERIAIS

Os materiais foram escolhidos de acordo com o concreto estrutural mais comum visto em construções da região, facilitando a comparação dos resultados.

- Agregado miúdo: Areia Média
- Agregado miúdo: Borracha triturada
- Cimento CP-IV 32 RS
- Agregado graúdo: Brita 1
- Água potável
- Plastificante

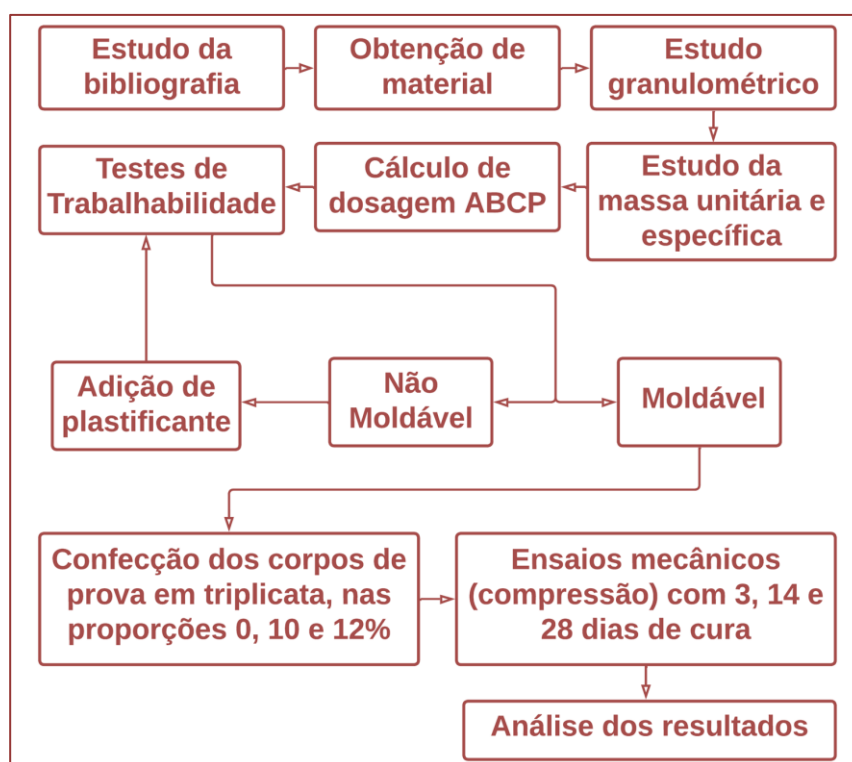
Os equipamentos utilizados foram disponibilizados pelo centro tecnológico (CTec) da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG). Foram utilizados peneirador suspenso, balanças, betoneira, moldes para corpos de prova, frascaria de laboratório, além de recipientes para transporte e armazenamento.



## 4.2. MÉTODOS

Para melhor visualização e entendimento, as etapas realizadas nesse projeto estão contidas no fluxograma apresentado na figura 3. Ademais, cada etapa será explicada posteriormente.

**Figura 3.** Fluxograma das Etapas do Ensaio Experimental



Fonte: Autora, 2023.

Inicialmente foi realizada a leitura de diversos artigos científicos que utilizaram a borracha como material na construção civil. Para assim, entender as possíveis adversidades e conclusões esperadas. As normas regulamentadoras também foram estudadas, para conferir confiabilidade ao estudo.

## 4.3. OBTENÇÃO DOS MATERIAIS

A obtenção dos materiais (Figura 4) se deu por via comercial, em depósitos de construção locais. Somente a borracha triturada foi cedida por uma empresa que faz a reciclagem do arame de pneus inservíveis com a qual a equipe do projeto firmou uma parceria.

**Figura 4:** a) Borracha triturada; b) Areia; c) Brita; d) Cimento

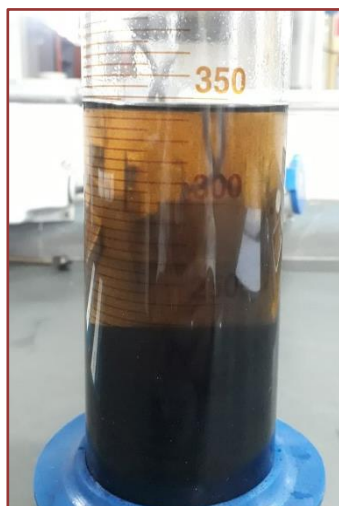


Fonte: Autora, 2023.

#### **4.4. DETERMINAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DOS AGREGADOS**

Os ensaios de granulometria, que fornecem a dimensão máxima característica e o módulo de finura, foram feitos de acordo com a metodologia NBR NM 248. A massa específica da areia foi obtida de acordo com a NBR 9776, por meio do frasco Chapman. Para a massa específica da Brita, utilizou-se a NBR NM 53. Por fim, a massa unitária foi calculada de acordo com a NBR NM 45.

A massa específica da borracha exigiu uma metodologia diferente. Por ser muito fina, a borracha é de difícil submersão em água, e a NBR 9776 utiliza água para o ensaio. A saída para este problema foi baseada na fórmula da densidade, que é a divisão da massa pesada, pelo volume. Assim, foi realizada a pesagem da borracha e posteriormente a submersão em um líquido menos denso que a água, no caso, foi utilizada a gasolina de posto de combustível. Por fim, realizou-se a divisão do peso pelo volume do líquido deslocado na proveta. A figura 5 mostra a realização do teste.

**Figura 5:** Teste de densidade da borracha triturada

Fonte: Autora, 2023.

#### 4.5. CÁLCULO DE DOSAGEM ABCP

A porcentagem de areia a ser substituída pela borracha triturada foi escolhida a partir de pesquisa em trabalhos semelhantes, cuja os melhores resultados circundaram a porcentagem de 10% de substituição. Com isso, os autores definiram as porcentagens de 10 e 12%, e a forma de substituição deve ser feita pelo volume da areia.

Com as características físicas dos agregados já conhecidas, pode-se dar início ao cálculo de dosagem ABCP. Primeiro, fixou-se o  $F_{ck}$  em 32 Mpa, que é a resistência padronizada para o concreto CP IV 32 RS, o desvio padrão utilizado foi de 5,5, assim, o  $F_{cj}$  foi calculado como 41,075 Mpa.

Através da curva de *Abrams*, o fator água e cimento foi definido como 0,46. Seguindo a metodologia, os materiais foram calculados para confeccionar 1 m<sup>3</sup> de concreto, inicialmente sem borracha. O traço a ser utilizado como padrão foi definido com 1 : 1,68 : 2,339 : 0,46, de concreto : areia : brita : água, respectivamente. Para definir os traços de 10 e 12%, foi identificado o volume da areia a ser substituído, e a partir deste, foi calculado o peso da borracha (volume x massa específica), que serviu para a definição do traço. Desta forma, foram determinados os seguintes traços:

- 10% de substituição da areia por borracha – (1 : 1,5 : 0,069 : 2,339 : 0,46)\*
- 12% de substituição da areia por borracha – (1 : 1,47 : 0,083 : 2,339 : 0,46)\*

**Referência:** \*(concreto: areia : borracha : brita : água).

#### 4.6. TESTES DE TRABALHABILIDADE

O método de dosagem ABCP é ideal para concretos normais, não necessitando de acréscimos. Porém, de acordo com a literatura consultada para este trabalho, a adição de borracha no concreto causa uma necessidade maior de adição de água, tornando o concreto seco e menos moldável. Por isso, estudou-se adicionar um plastificante na mistura do concreto com borracha. Através de testes empíricos chegou-se à proporção

ideal de adição do plastificante, sendo adotado 0,3% do peso do cimento utilizado em cada traço.

#### 4.7. CONFEÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

Os materiais foram separados e pesados, para que a confecção do concreto ocorresse sem interferências. Intencionou-se confeccionar 9 corpos de prova para cada traço, de maneira que os testes pudessem ser feitos em triplicatas, com 3, 14 e 28 dias de cura. As etapas foram seguidas de acordo com a figura 6. Ressalta-se que os traços com substituição da areia por borracha tiveram uma etapa extra, que foi a adição da mesma no passo 4 da imagem. Depois do concreto pronto, foi realizado o preenchimento dos moldes de acordo com a NBR 5738.

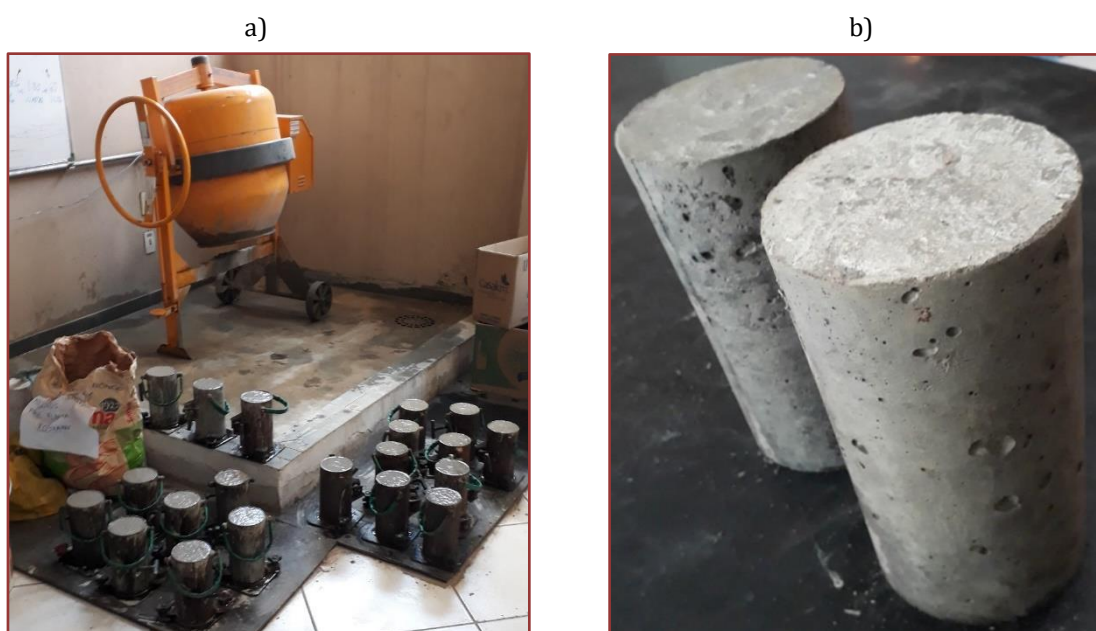
Figura 6: Etapas da mistura do concreto



Fonte: @EspetacularEngenharia, 2023.

A confecção e cura do concreto foram realizadas de acordo com as normas específicas. A figura 7 a) mostra os corpos de prova logo após o preenchimento, e a 8 b) mostra corpos de prova desmoldados após as 24 horas.

**Figura 7:** Corpos de prova: a) Após preenchimento e b) desmoldados



Fonte: Autora, 2023.

A cura do concreto foi realizada, também, segundo a NBR 5738. Os corpos de prova descansaram por 24 horas, depois foram identificados e armazenados em solução saturada de hidróxido de cálcio, e lá permaneceram até os dias dos testes.

#### **4.8. ENSAIOS MECÂNICOS**

Os corpos de prova foram preparados para o ensaio, conforme a NBR 5738. O processo de retifica empregado para planificar as faces dos cilindros foi feito empregando uma serra circular. Os ensaios mecânicos foram realizados, segundo a NBR 5739, por uma empresa de concreto local com a qual foi firmada uma parceria. Foram utilizados 9 corpos de prova para cada traço, sendo testados em triplicatas, conforme a cura de 3, 14 e 28 dias. Os dias de cura foram escolhidos para se adequarem ao calendário da empresa, que contava com folga aos fins de semana e feriados. A figura 8 mostra a prensa hidráulica manual da Solotest, onde foram realizados os testes.

**Figura 8:** Prensa hidráulica manual Solotest

Fonte: Autora, 2023.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. DETERMINAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DOS AGREGADOS

As características físicas dos agregados empregados neste estudo estão representadas na tabela 1.

**Tabela 1:** Características dos agregados

Material	Massa Específica (Kg/m <sup>3</sup> )	Massa Unitária (Kg/m <sup>3</sup> )	Dimensão Máxima Característica (mm)	Módulo de Finura
Areia média	2688	1506,619	5	2,52
Borracha triturada	1111,11	414,366	1,18	2,66
Brita 1	2640	1356,197	19	1,96

Fonte: Autora, 2023.

Após os ensaios realizados para caracterização dos materiais, a areia média apresentou granulometria adequada para o uso, com módulo de finura de 2,52. A brita 1 apresentou-se de acordo com os limites estabelecidos para esse tipo de agregado. Já a borracha apresentou módulo de finura próximo ao da areia, sendo importante mencionar que a maior porcentagem (72%) ficou retida na peneira de 0,6 mm. Além disso, observou-se que a massa específica e a massa unitária da borracha possuíam valores baixos, comparados com a areia e a brita. Desta maneira, os valores obtidos para a borracha, nessa pesquisa mostraram-se condizentes com os encontrados nas referências pesquisadas na literatura.

## 5.2. DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

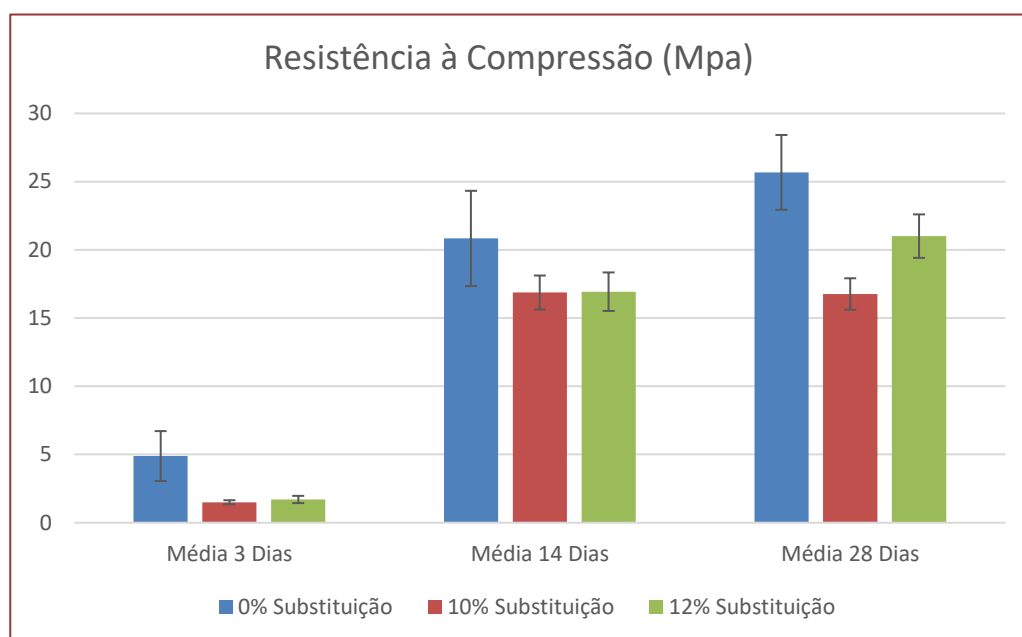
A tabela 2 apresenta os resultados dos testes de compressão. Pode-se identificar que o traço padrão, que não utilizou a borracha, alcançou valores esperados para o  $F_{ck}$  utilizado (32 Mpa). O traço de 10% de substituição alcançou valores menores que o traço padrão, o que era esperado, mas ainda, menores do que o traço de 12%, o que não era esperado. O traço de 12% de substituição obteve médias boas, se aproximando mais do traço padrão e dentro do escopo da NBR 6118, que define a resistência mínima para o concreto armado como 20 Mpa.

**Tabela 2:** Resultado dos testes de compressão

Concreto	3 Dias de cura (Mpa)	14 Dias de cura (Mpa)	28 Dias de cura (Mpa)
0% de Substituição	5,65	22,15	22,82
	2,80	16,88	25,92
	6,21	23,48	28,29
10% de Substituição	1,43	15,92	17,10
	1,67	18,28	15,48
	1,39	16,42	17,71
12% de Substituição	1,55	15,79	20,88
	1,55	16,50	19,48
	2,01	18,51	22,66

Fonte: Autora, 2023.

A fim de facilitar o comparativo entre os traços permitindo a interpretação dos mesmos, foi plotado o gráfico com o desvio padrão, apresentado na figura 9.

**Figura 09:** Resistência à Compressão

Fonte: Autora, 2023.

Considerando o fato de que os resultados de resistência semelhantes nos diferentes dias de cura testados. Entretanto, devido à grande quantidade de variáveis no processo, é possível que algo tenha influenciado para o resultado abaixo do esperado, do concreto com 10% de substituição por borracha quando avaliado aos 28 dias. Outra evidência que corrobora para isso, é que, os resultados dos testes de 3 e 14 dias foram bem similares nos concretos com borracha, e somente o último teste apresentou uma diferença maior. Por se tratar de um processo de substituição de um agregado miúdo com maior valor monetário, as resistências obtidas podem ser consideradas relevantes, e que a partir de novas pesquisas empregando outros traços, seja possível conseguir uma resistência ainda maior, assemelhando-se ao preconizado pela norma específica.

### 5.3. PESO DO CONCRETO

A partir dos ensaios realizados para determinação do peso do concreto, foi possível notar que esse diminuiu, tornando-se mais leve a partir das substituições com a borracha. Isso se deve à a diferença de densidade entre a areia e a borracha. A tabela 3 mostra o peso dos constituintes e o peso final para 1 metro cúbico de cada traço de concreto seco. Pode-se analisar que o concreto ainda está de acordo com a NBR 6118, que define o concreto normal como aquele, identificado por massa específica seca maior do que  $2000 \text{ kg/m}^3$ , não excedendo  $2800 \text{ kg/m}^3$ .



**Tabela 3:** Pesos determinados para os materiais: cimento, brita 1, areia média e borracha em 1 m<sup>3</sup> de concreto

Material	Traço de 0% (Kg/m <sup>3</sup> )	Traço de 10% (Kg/m <sup>3</sup> )	Traço de 12% (Kg/m <sup>3</sup> )
Cimento	434,78	434,78	434,78
Brita 1	1017	1017	1017
Areia média	728,76	653,184	639,744
Borracha	0	30	36
Concreto	2180,54	2134,96	2127,52

Diante dos resultados obtidos nesse trabalho, foi possível traçar um comparativo específico das metas previstas com os resultados alcançados.

A primeira meta desse projeto era avaliar se a borracha poderia ser empregada na confecção do concreto. A partir dos dados obtidos nos ensaios experimentais, pode-se dizer que a borracha apresentou usabilidade, o que permite prospectar o seu uso para tal finalidade. A princípio, pretendia-se empregar as substituições de 5%, 10 e 15%, contudo, optou-se pela avaliação entre os percentuais de 10 e 12%, considerando os primeiros testes empíricos onde se avaliou a trabalhabilidade da borracha na confecção do concreto. A partir dos resultados obtidos entre as duas variações de substituição empregando a borracha, constatou-se que pequenas variáveis podem ter afetado o resultado do concreto com 10% de substituição de borracha, o que incidiu diretamente nos resultados obtidos da resistência dos corpos de prova. Através da análise dos dados do teste de resistência do concreto de 3 e 14 dias, é possível observar que a substituição de 10% da areia pela borracha apresenta resultados próximos aos de substituição de 12%. Utilizando, como base, o resultado de 12% de substituição, fica evidenciada a resistência do concreto de borracha feito por meio da dosagem ABCP.

O cálculo de dosagem ABCP modificado foi efetivo, corroborando com o objetivo previsto e mostrando que é possível realizar a alteração dos constituintes do concreto e, ainda, utilizar uma metodologia já testada e confiável. Ademais, o concreto com borracha necessitou de aditivo plastificante, que foi definido empiricamente, chegando a 0,3% do peso do cimento.

O peso do concreto de 12% de substituição diminuiu 2,43% em relação ao peso do traço padrão, enquanto o concreto de 10% diminuiu 2,09%. O gasto de areia diminuiu de acordo com as respectivas porcentagens de cada traço, sendo 12% menos areia para o traço de 12% de substituição e 10% menos areia para o traço de 10% de substituição. Considerando a viabilidade técnica e financeira, os dados indicam que os custos podem diminuir quando realizada a substituição da areia pela borracha, acrescentando-se, ainda o benefício de que o transporte e a utilização do concreto demandarão menos energia.

## 6. CONCLUSÃO

O principal objetivo deste trabalho que foi avaliar a viabilidade do uso da borracha triturada como substituto do agregado miúdo no concreto foi alcançado com êxito, bem como foi possível desenvolver ensaios experimentais, estudando as características dos materiais empregados, definindo metodologia de cálculo de dosagem ABCP para emprego da borracha em percentuais adequados e avaliando a resistência à compressão do

concreto. Os resultados permitiram traçar conclusões sólidas, que podem nortear futuras pesquisas.

Somando-se a isso, os benefícios do uso da borracha no concreto abrangem, a destinação do pneu inservível, diminuição da exploração de um recurso mineral limitado e o barateamento de obras da construção civil.

Conclui-se assim, que o concreto com borracha pode apresentar resistência satisfatória para ser utilizado como concreto armado, recomendando-se a realização de mais testes experimentais a fim de ampliar seu emprego nas construções.

## REFERÊNCIAS

- [1] ABNT. Agregados - determinação da composição granulométrica: NBR NM 248. Rio de Janeiro, 2003.
- [2] ABNT. Agregados - Determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco Chapman: NBR NM 9776. Rio de Janeiro, 1987.
- [3] ABNT. Agregados - Determinação da massa unitária e do volume de vazios: NBR NM 45. Rio de Janeiro, 2006.
- [4] ABNT. Agregados graúdos - Determinação da massa específica, massa específica aparente e absorção de água: NBR NM 53. Rio de Janeiro, 2009.
- [5] ABNT. Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos: NBR 5739. Rio de Janeiro, 1994.
- [6] ABNT. Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova: NBR 5738. Rio de Janeiro, 2015.
- [7] ABNT. Resíduos sólidos: classificação. NBR 10004. Rio de Janeiro, 2004.
- [8] ABR - Associação Brasileira do Segmento de Reformas de Pneus. Cenário da reforma de pneus no Brasil - Disponível em <http://www.abr.org.br/dados.html> acesso em 06/12/2022.
- [9] ADN - Associação Nacional dos Detrans (ADN). Brasil já tem 1 carro a cada 4 habitantes, diz Denatran. Disponível em: <http://www.and.org.br/brasil-ja-tem-1-carro-a-cada-4-habitantes-diz-denatran/#:~:text=0%20n%C3%BAmero%20de%20carros%20n%C3%A3o,7%2C4%20habitantes%20por%20carro>. Acesso em 03 de fevereiro de 2022 às 10h04 min.
- [10] ANDRIETTA, A. J. Pneus e meio ambiente: um grande problema requer uma grande solução. Out. 2002. Disponível em: <http://www.reciclarepreciso.hpg.ig.com.br/recipneus.htm>. Acesso: 18 dez. 2022.
- [11] ANIP. A Fabricação do Pneu. Disponível em: <https://www.anip.org.br/fabricacao/>. Acesso em 06 de maio de 2022.
- [12] BEDUSCHI, Eliane Fátima Strapazzon. Utilização de pneus inservíveis na composição da massa. Universidade do Oeste de Santa Catarina, 2014. Disponível em: [http://www.uniedu.sed.sc.gov.br/wpcontent/uploads/2014/04/eliane\\_fatima\\_strapazzon1.pdf](http://www.uniedu.sed.sc.gov.br/wpcontent/uploads/2014/04/eliane_fatima_strapazzon1.pdf). Acesso em 14 jan. 2022 as 10h.
- [13] BERTOLLO, S. Ap.; Fernandes JR, J. L.; VILLAVERDE, R. B.; MIGOTO FILHO, D. Pavimentação Asfáltica: uma alternativa para a reutilização de pneus usados. Revista Limpeza Pública, 54: 23-30, 2002.
- [14] BEUKERING, P.J.H., M.A. e Janssen (2001) Trade and Recycling of Used Tyres in Western and Eastern Europe. Resources, Conservation and Recycling. P.235-265.
- [15] CEMPRES. Pneus. Disponível em: <http://cempre.org.br/artigo-publicacao/ficha-tecnica/id/7/pneus>. Acesso em 02 de fevereiro de 2022 as 20h19
- [16] CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 416, de 30 de setembro de 2009. [2009]. Disponível em: [http://conama.mma.gov.br/?option=com\\_sisconama&task=arquivo.download&id=597](http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=597). Acesso em 10 de maio de 2022.

- [17] CONTECOM. Coleta e destinação de Borracha. Duque de Caxias – RJ. Disponível em: <<https://contecomambiental.com.br/coleta-e-destinacao-de-borracha-e-pneus/>>. Acesso em 14 jan. 2022 as 10h45.
- [18] GARDIN, Josy Alvarenga Carvalho; FIGUEIRÓ, Paola Schmitt; NASCIMENTO, Luis Felipe. Logística reversa de pneus inservíveis: discussões sobre três alternativas de reciclagem para este passivo ambiental. *Revista Gestão e Planejamento*, Salvador, v. 11, n. 2, p. 232-249, jul./dez. 2010.
- [19] GONÇALVES. VINICIUS. Usina de reciclagem de pneus. Disponível em: <http://www.novonegocio.com.br/ideias-de-negocios/usina-de-reciclagem-de-pneus/> Acesso em 22/12/2021 às 10h.
- [20] HELENE, Paulo; TUTIKIAN, Bernardo F. Dosagem dos concretos de cimento Portland. *Concreto: ensino, pesquisa e realizações*. São Paulo: IBRACON, v. 2, p. 439-471, 2005.
- [21] INDRIUNAS. Luís. Sustentabilidade. Disponível em: <http://ambiente.hsw.uol.com.br/reciclagem-pneus1.htm> Acesso em 22/12/2021 as 09h36min.
- [22] JACOBI, P. R. et al. Mudanças climáticas globais: a resposta da educação. *Revista Brasileira de Educação*. v. 16, n. 46, p. 135-269, 2011.
- [23] KAMIMURA, Eliane. Potencial dos resíduos de borracha de pneus pela indústria da construção civil. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2002.
- [24] PUC-RIO. Reciclagem de Pneus. Disponível em: [https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/5284/5284\\_4.PDF](https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/5284/5284_4.PDF) . Acesso em: 01 março 2023.
- [25] SELUNG. CATIANE SEBBEN. Estudo do uso de borracha de pneu em concreto para confecção de blocos vibro prensados. Monografia – Curso de Engenharia Civil. Área De Ciências Exatas E Ambientais. Universidade Comunitária Da Região De Chapecó, 2012.
- [26] SPECHT, L. P. Avaliação de misturas asfálticas com incorporação de borracha reciclada de pneus. 2004. 279f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
- [27] TEIXEIRA, Rafael Motta. O Peso do lixo no meio ambiente. Monografia de Curso de Especialização em Docência do Ensino Superior. Pós-graduação “Lato Sensu” Projeto A vez do Mestre. Universidade Cândido Mendes, 2007.
- [28] UTEP. Reciclagem. Disponível em: <https://www.utep.com.br/reciclagem.php>. Acesso em 18 de dezembro de 2021 às 19h40 min.
- [29] VIPAL BORRACHAS. Logística reversa praticada pela VIPAL borrachas tira mais de 300 toneladas de pneus inservíveis do meio ambiente.2018. Disponível em: <https://sinborsul.com.br/noticia/logistica-reversa-praticada-pela-vipal-borrachas---tira-mais-de-300-toneladas-de-pneus-inserviveis-do-meio-ambiente/638> Acesso em: 20 de fevereiro de 2023 às 9h.

# Capítulo 11

## *Método de taxonomia das paisagens para uso no planejamento ambiental*

*Patrícia dos Santos Matta*

*Carolina Dias Lelacher*

*Tatiana Santos da Cunha*

*Tetyana Gurova*

*Raphael do Couto Pereira*

*Cleber Vinicius Akita Vitorio*

*Josimar Ribeiro de Almeida*

**Resumo:** A paisagem tem recebido várias classificações revistas por alguns autores e apresenta uma dificuldade de análise devido a sua complexidade. O sistema de classificação proposto comporta seis níveis na escala espacial, considerando a importância dos elementos climáticos e estruturais nas unidades de maior abrangência espacial. A paisagem deve ser compreendida através da interação sociedade e natureza, junto com uma abordagem idiográfica, sistêmica e integrada. Possui conotação de componente da qualidade ambiental ao ser observada como recurso de valor cultural, estético, histórico, econômico, recreativo e ecológico.

**Palavras-chave:** Taxonomia. Planejamento Ambiental. Paisagem. Elementos Climáticos.

## 1. INTRODUÇÃO

A elaboração de Programas de Planejamento Ambiental requer o conhecimento global de segmentos e processos da dinâmica da paisagem (ALMEIDA, 1991<sup>a,b</sup>).

Segundo TROPMAIR (1981), *“a pesquisa sobre uso racional do espaço e dos recursos naturais da paisagem requer dados sobre a estrutura, organização e a pressão antrópica exercida sobre o espaço, bem como sua reação representada através de sua organização”*.

No conceito de CHRISTOFOLETTI (1974), *“as paisagens constituem um complexo de processos, que exigem apropriadas escalas espacial e temporal, para serem estudados”*.

Para BERTRAND (1972), *“a paisagem é o resumo da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perfeita evolução”*.

Este trabalho representa uma base metodológica para taxonomia das paisagens.

## 2. METODOLOGIA

Em virtude da enorme gama de classificações de paisagem (BERTRAND, 1972; SOCTCHAVA, 1978; TROPMAIR, 1981) e da dificuldade de análise devido à complexidade da questão (CHRISTOFOLETTI, 1974), propõe-se, então uma classificação fundamentada no seguinte conjunto de critérios de natureza geográfica, operacional e sistêmica:

1. Devido à dificuldade de delimitar geograficamente o espaço para a determinação dos limites próprios de cada ordem de fenômenos, elegem-se componentes de dominância da paisagem como elemento de aproximação da realidade geográfica (CLAVAL, 1967);
2. A análise deve ser preferida diante da síntese, de tal ordem que as combinações, as relações entre os elementos, assim como os fenômenos de convergência apareçam talhados na paisagem global (BERTRAND, 1972);
3. A escala espacial parte de critérios fundamentais, porque os elementos constituintes das paisagens têm suas manifestações no conjunto de combinações geográficas, que dependem da escala tempo-espaço (BRUNET, 1965);
4. *“As classificações não são absolutas. Podem-se considerar as famílias de classificação como básicas. Para um objetivo prático, devem-se elaborar classificações especiais baseando-se, por um lado, na classificação básica e, por outro, no ramo da produtividade normativa. Classificações, portanto, que se constroem em bases objetivas, mas com diferenças, segundo a sua determinação”* (SOCTCHAVA, 1972);
5. Fenômenos de ordens geográficas diferentes podem auxiliar em reagrupamentos parciais para compor algumas etapas que irão definir a aproximação da paisagem (TRICART, 1965);
6. A paisagem pode ser abordada na ótica sistêmica, como um objeto de estudo bem definido, passível de ser metodologicamente tratado por uma tipologia (PHIPPS, 1966).

## 3. RESULTADOS

O sistema de classificação proposto comporta seis níveis na escala espacial. Os elementos climáticos e estruturais são fundamentais nas unidades de maior abrangência escalar: zona, domínio e região (DUVIGNEAUD & TANGHE, 1962; VIERS, 1967). Os elementos

biogeográficos e antrópicos são determinantes nas unidades escalares menores geobiossistema (REY, 1961), tipo de modelado e ecótopo (TROLL, 1960), neste último incorporando a nomenclatura de TROPPEMAYER (1981). As unidades taxonômicas propostas são:

**1. Zona:** essa unidade tipológica está ligada ao conceito de zonalidade planetária (e.g. zona tropical, zona temperada), tendo como base os elementos climáticos. Seu primeiro nível de definição é o clima. Corresponde à unidade GI na classificação de Tricart, clima zonal de Sorre e bioma de Rey.

**2. Domínio:** unidade que esboça as grandes linhas morfoclimáticas. A metodologia que serve de partida para a delimitação genérica do domínio é a caracterização dos grandes conjuntos regionais de natureza morfoclimática-hidroclimática (e.g. domínio equatorial amazônico, domínio do pampa úmido). Equivale à unidade G2 na classificação de Tricart, clima regional, domínio estrutural de Viers, andar de Brunet, região de Rey e grupo de região de Soctchava.

**3. Região:** unidade submetida ao clima regional e cuja individualização tectônica corresponde ao domínio estrutural (VIERS, 1967). “Como exemplo, citam-se os “mares de morros” florestados do Domínio Tropical Atlântico e os “campos” do Domínio Roraima-Guianense”.

**4. Geobiossistema:** nessa unidade parte-se do conceito de geossistema (CROWLEY, 1967; BERTRAND, 1972). Segundo estes autores, o geossistema resulta da combinação de fatores geomorfológicos, climáticos e hidroclimáticos. Admitem que exista um continuum ecológico no interior de cada geossistema, enquanto a passagem de um geossistema para outro é marcada por uma descontinuidade de ordem ecológica. Propomos a expressão geobiossistema, na medida em que os próprios autores (opcit) consideram a transformação biológica no espaço de geossistema. Sob efeito do clima local, o geobiossistema corresponde à unidade G5 na classificação de Tricart, estrutural de Viers, estágio de Brunet e zonas ecológicas equipotenciais de Rey. Tal como a delimitação de região, o geobiossistema deve ter fronteiras muito frouxas. Como complexo, é essencialmente dinâmico (conceito aproximativo de ecossistema), ainda que nesta proposição tenha o caráter tipológico. Subordinado a agrupamentos dentro da região, sua dinâmica é influenciada pelos modelados componentes.

**5. Modelados:** trata-se de uma unidade geomorfológica básica, cuja ordem de grandeza adequa-se à escala de apresentação para atender aos objetivos do planejamento ambiental e das disponibilidades cartográficas. A unidade é definida como uma associação de feições recorrentes, relacionadas por uma origem comum (RADAM BRASIL, 1980). Os modelados são representados por chaves de letras-símbolo, cuja letra maiúscula indica os processos genéticos predominantes: acumulação (A), aplanamento (P), dissolução (K) e dissecação (D).

#### 4. DISCUSSÃO

Os Modelados de Acumulação (A) são os seguintes:

**Af – Fluvial:** área plana resultante da acumulação fluvial sujeita a inundações periódicas, correspondente às várzeas atuais.

**Atf – Terraço Fluvial:** área plana, levemente inclinada, apresentando ruptura de declive em relação ao rio a às recentes situadas em nível inferior, entalhada devido às mudanças das condições de escoamento e conseqüente retomada de erosão.

**Am – Marinha:** área plana resultante da acumulação marinha, podendo comportar praias, canais de maré, cordões litorâneos, dunas, plataforma de abrasão e terraços arenosos ou cascalhentos.

**Afm – Fluviomarinha:** área plana resultante da combinação de processos de acumulação fluvial e marinha sujeita, ou não, a inundações periódicas, podendo comportar rios, mangues, deltas, diques marginais, lagunas e terraços arenosos.

**Atm – Terraço Marinho:** área plana, levemente inclinada para o mar, apresentando ruptura de declive em relação à planície marinha recente, entalhada em conseqüência da variação do nível marinho ou por movimentação tectônica.

**Afl – Fluviolacustre:** área plana resultante da combinação dos processos de acumulação fluvial e lacustre, podendo comportar canais anastomosados ou diques marginais.

**Ae – Eólica:** depósitos arenosos de origens diversas, remodelados pelo vento, apresentando formas características de dunas (crescentes, parábolas, encarneiramentos ou alinhamentos) ou planícies arenosas.

**Ai – De Inundação:** área plana ou abaciada, arenosa e/ou argilosa, sujeita a inundações periódicas, podendo apresentar arreísmo e/ou comportar lagoas fechadas ou precariamente incorporadas à rede de drenagem.

**Ac – De Enxurrada:** área plana ou abaciada, resultante da convergência de leques de espraiamento coluviais, cones de dejeção ou da concentração de depósitos de enxurradas nas partes terminais de rampas de pedimentos (bajadas), podendo, eventualmente, apresentar solos solodizados (playas).

#### OS MODELADOS DE APLANAMENTO (P) são:

**Pgu – Superfície de Aplanamento Degradada Desnuda:** feições planas desnudadas ou exumadas, geralmente separadas por escarpas ou resultados de outros tipos de modelados correspondentes a sistemas morfogenéticos subsequentes.

**Pgf – Superfície de Aplanamento Degradada Inundada:** feições planas inundadas por coberturas de origens diversas geralmente separadas por escarpas ou ressaltos de outros tipos de modelados correspondentes a sistemas morfogenéticos subsequentes.

**Pru – Superfície de Aplanamento Retocada Desnuda:** planos inclinados irregulares desnudados em conseqüência de retoques sucessivos, indicando predominância dos processos de erosão areolar, truncando rochas sãs ou pouco alteradas.

**Pri – Superfície de Aplanamento Retocada Inundada:** planos inclinados, uniformizados por coberturas de origens diversas resultantes de retoques e remanejamentos sucessivos, indicando predominância de processos de erosão areolar.

### OS MODELADOS DE DISSOLUÇÃO (K) são:

**Kc – Karst Coberto:** conjunto de formas de dissolução ocorrentes em subsuperfície mascaradas por argilas e outros produtos de descalcificação, detritos e solos.

**Ke – Karst de Exumação:** conjunto de formas de dissolução parcialmente expostas em superfície por erosão de uma cobertura preexistente.

### OS MODELADOS DE DISSECAÇÃO (D) são:

Dissecação Homogênea Fluvial, isto é, que não obedece a controle estrutural, definida pela combinação das variáveis densidade e aprofundamento da drenagem. A densidade é a relação entre o comprimento total dos canais e a área amostrada, classificada em fina (f), média (m) e grosseira (g). O aprofundamento é definido pela média das frequências dos desvios, medidos em perfis transversais aos vales contidos na área amostrada, classificado em 1, 2 e 3.

Dissecação Diferencial marcada por controle estrutural, definido pela variável aprofundamento da drenagem, já que a densidade é controlada pela tectônica e pela litologia.

O aprofundamento é definido pela média das frequências dos desníveis, medidos em perfis transversais aos vales contidos na área amostrada; classificado em 1, 2 e 3.

Ecótopo: paisagem de expressão local. São exemplos os lageados com bromélias e cactáceas do nordeste, as cornijas rochosas, brejos, olhos d'água, várzeas, altos pelados.

Paisagem Valorizada: ao lado da abordagem idiográfica, sistêmica e integrada, a compreensão do complexo da paisagem deve envolver as interações entre sociedade e natureza.

A paisagem, enquanto tema tradicional da práxis humana tende a ser valorizada como fenômeno da experiência dos seres humanos. A percepção, a conduta e o sentimento dos grupos humanos frente às paisagens expressam referências, julgamentos e vínculos afetivos.

A paisagem vem recebendo a conotação de componente da qualidade ambiental (MACHADO, 1988), porquanto considerada recurso de valor cultural, estético, histórico, econômico, recreativo e ecológico.

A percepção e imageamento mental das paisagens conduz ao estabelecimento de preferências ambientais (MACHADO, 1988). Da vivência e percepção, decorre uma avaliação da qual os seres humanos atribuem significativos valores relativos às paisagens.

LOWENTHAL (1978) destaca que “nossa maneira de viver determina nossa percepção ambiental. Como as pessoas sentem e pensam sobre seu ambiente depende da história e características dessas pessoas, e de como elas percebem e interagem com seus arredores”.

TUAN (1980) define o elo afetivo entre a pessoa e a paisagem como topofilia.

MACHADO (1988) destaca razões de estética, moral, econômica e recreativa como princípios topofílicos. Assinala, também, que “os vínculos com as paisagens têm uma base intuitiva, e não nata. Apesar de ser difícil mensurar os aspectos mais íntimos das pessoas, tais como percepção, significação e valores, há evidências de que o gosto pelas paisagens deriva de uma avaliação da mesma”.



## 5. CONCLUSÃO

A Paisagem tem sido alvo de definições e reflexões há décadas. Diante destas inúmeras reflexões, ressaltam-se as questões ambientais contemporâneas e a demanda por desenvolvimento de metodologias voltadas ao planejamento ambiental. Nesse contexto, a análise integrada do ambiente com base na taxonomia das Paisagens, por meio da elaboração das unidades da paisagem, se apresenta como um instrumento significativo capaz de gerar subsídio para o uso no planejamento ambiental.

## REFERÊNCIAS

- [1] ALMEIDA, J.R. 1991a. Classificação Ecodinâmica para Avaliação Ambiental. M. Scriptus, UFRJ, 17P.
- [2] ALMEIDA, J.R. 1991b. Avaliação de Impactos Ambientais. M. Scriptus, UERJ, 15p.
- [3] BERTRAND, G. 1972. Paisagem e geografia Física Global. Esboço Metodológico. Série Caderno de Ciências da Terra, no13, IG-USP.
- [4] BRUNET, R. 1965. Les Phénomènes de Discontinuité en Géographie. Thèse, Complém.: 22-28.
- [5] CLAVAL, P. 1967. La Division Regionale de la Suisse. Rev. Géogr. de L'Est., (67): 83-94.
- [6] CHRISTOFOLETTI, A. 1974. Geomorfologia. Edusp: ed. Edgard Blucher Ltda – SP, 149p.
- [7] CROWLEY, J.M. 1967. La Biogéographie vue par un Géographe. C. R. Soc. Biogéographie. 382: 20-27.
- [8] DUVIGNEAUD, P.; TANGHE, M. 1962. Ecosystème et Biosphère. L'Écologie, Science de Synthèse. Trav. Centre, Minist. Education Nationale, Bruxelles, 127p.
- [9] LOWENTHAL, D. 1978. Finding Valued Landscape. Environmental Perception Research. Toronto. University of Toronto (Working Paper, no 4).
- [10] MACHADO, L.M.P. 1988. Paisagens Valorizadas. Rev. Geogr., SP, 7: 75-78.
- [11] PHIPPS, M. 1966. Introduction au Concept de Modèle Biogéographique. Act. 2o Symp. Internat. Phot. Interprét. Paris, IV (2): 41-49.
- [12] REY, R. 1961. Les Bases Biogéographiques de la Restauration Forestière et Pastorale dans le Département de l'Aude-Corbière, Piège. Toulouse, Service de la Carte de la Végétation. 39p.
- [13] SOCTCHAVA, V.B. 1978. Por uma Teoria de Classificação de Geossistemas de Vida Terrestre – Série Biogeográfica, no14, IG-USP.
- [14] TRICART, J. 1965. Principes et Méthodes de la Géomorphologie. Paris, Masson, 90p.
- [15] TROLL, C. 1960. Landscape Ecology. UNESCO, Centre for Integrated Surveys, Deltt, 23p.
- [16] TROPPEMAYER, H. 1981. Ecosistemas e Geossistemas do Estado de São Paulo. Série Biogeografia, no 18, IG-SP.
- [17] TUAN, H.F. 1980. Topofilia – Estudo da Percepção, Atitudes e Valores do Meio Ambiente. Ed. Difel, São Paulo, 88p.
- [18] VIERS, G. 1967. Eléments de Géomorphologie. Paris, Nathan, 29p.

# Capítulo 12

## *Diagnóstico ambiental de propriedades rurais produtoras de leite do município de Cândido Godói – RS*

*Gabriela Matte de Oliveira*

*Suzimary Specht*

*Claudia Maria Prudêncio De Mera*

**Resumo:** Este trabalho tem por objetivo realizar o diagnóstico ambiental de estabelecimentos rurais do município de Cândido Godói, onde a atividade principal é o tambo de leite para comercialização. Para a realização do diagnóstico ambiental das propriedades rurais produtoras de leite deste município, a metodologia utilizada foi qualitativa e quantitativa, onde em um primeiro momento foi realizado um estudo exploratório. A partir dos dados apurados, foi elaborado um questionário semiestruturado aplicado a 20 produtores rurais que desenvolvem a atividade leiteira em sua propriedade. Os resultados advindos deste diagnóstico ambiental, a partir da amostra de propriedades pesquisadas, podem ser utilizados como uma ferramenta de apoio para planejamento e gestão, tanto na escala pública como privada, por todos os atores sociais que englobam a cadeia produtiva da atividade leiteira no município de Cândido Godói, com ênfase para os gestores da administração pública municipal, extensionistas, gestores das cooperativas e empresas que compram o leite produzido e para os produtores de leite. Este diagnóstico ambiental, que é um panorama, trouxe à tona os três pilares da sustentabilidade.

**Palavras-chave:** Planejamento Ambiental, Pecuária Leiteira, Produção Sustentável.

## 1. INTRODUÇÃO

O diagnóstico ambiental é uma ferramenta fundamental quando se deseja fazer uma análise dos impactos ambientais. Segundo Sanchez (2010), o diagnóstico ambiental serve para indicar as condições ambientais da área de estudo, que devem ser descritas a partir de indicadores apropriados.

Em propriedades leiteiras essa ferramenta é de suma importância, pois através desta são analisados os recursos físicos das áreas e os possíveis impactos ambientais que a atividade leiteira pode vir a causar.

Assim, para se analisar as condições ambientais de uma propriedade rural leiteira, pode-se basear um estudo no que Oliveira *et al.* (2013, p. 36) denomina como Área de Influência Direta, que “é voltada diretamente aos impactos das ações das fases de planejamento, implantação e operação da propriedade sobre os elementos dos meios físico, socioeconômico e biótico”.

A partir deste contexto, este estudo teve por objetivo realizar o diagnóstico ambiental de estabelecimentos rurais do município de Cândido Godói, onde a atividade principal é o tambo de leite para comercialização. Para tal se buscou: averiguar quais são os recursos hídricos utilizados no manejo dos animais, das pastagens e higienização da sala e equipamentos de ordenha, verificar como é realizado o manejo do solo das áreas utilizadas para o plantio de pastagens utilizadas na alimentação das vacas leiteiras; apurar como é feito o manejo dos resíduos recicláveis; das embalagens de remédios e das embalagens de agrotóxicos utilizados na produção leiteira; e verificar qual é o manejo e destinação dada aos resíduos orgânicos produzidos pelas vacas leiteiras.

## 2. BOVINOCULTURA E A QUESTÃO AMBIENTAL

A bovinocultura que é a prática de criação de gado leiteiro é considerada uma atividade de grande relevância em pequenas propriedades rurais, demandando um número considerável de produtores KLAUCK, RUI e ALBUQUERQUE (2010). Ainda cabe ressaltar que esta atividade em propriedades familiares tende a ser relevante para que cidadãos permaneçam no meio rural.

O êxodo rural vem ocorrendo impetuosamente nos últimos anos, o que acarreta o aumento das desigualdades. Porém a produção de leite em propriedades familiares rurais tende a ser uma ferramenta de grande importância para a estabilização do homem na área rural, pois, através dela, as famílias produzem alimentos, geram renda e mão de obra familiar. (RAMOS, 2012).

Mas é necessário ressaltar, que ainda que a bovinocultura leiteira seja essencial na vida de muitas famílias, deve-se avaliar todos os pontos que englobam esta atividade, visando o setor econômico, o social e o ambiental. Segundo Brum *et al.* (2021, p. 31), “a cadeia produtiva do leite, considerada muito relevante para a economia do país, vêm sendo ponto chave de discussão em virtude da baixa preocupação com o meio ambiente e as questões sociais”.

Dessa forma, ao considerar que a questão ambiental é pouco relevante no setor pecuário leiteiro, observa-se que há a necessidade de se incorporar esta questão na discussão

acerca desta atividade produtiva, que se estrutura a partir do uso de vários recursos naturais.

“É importante perceber que as propriedades produtoras de leite nada mais são do que empresas rurais e, como tal, é necessário considerar a necessidade de gestão das mesmas, pois empresa rural é aquela que explora a capacidade produtiva do solo por meio do cultivo da terra, da criação de animais e da transformação de determinados produtos agrícolas”. (CYRNE et al., 2015, p. 6).

De acordo com Claudino e Talamini (2013), a pecuária leiteira auxilia na perda da biodiversidade, bem como acaba gerando infertilidade do solo e afeta diretamente a água doce, tendo ainda uma grande preocupação voltada à questão dos resíduos gerados pela mesma. A questão dos resíduos gerados diariamente pela atividade leiteira, e que contribuem para a degradação ambiental, também são apontados por Almeida et al. (2020).

Porém há meios de se mitigá-la, sendo que para tal é imprescindível que se conheça o processo produtivo, a forma com que os recursos naturais são utilizados dentro da propriedade rural e como os resíduos e rejeitos gerados são gerenciados. Corroborando com esta lógica, da necessidade do conhecimento conjuntural, Neres *et al.* (2015, p. 2), atestam que “o diagnóstico ambiental compreende na descrição e análise das condições ambientais presentes na área de estudo na situação atual, podendo ser feito com o levantamento de componentes e processos do meio ambiente físico, biótico e antrópico e de suas interações”.

### 3. METODOLOGIA

Para a realização do diagnóstico ambiental das propriedades rurais produtoras de leite do município de Cândido Godói, a metodologia utilizada foi qualitativa e quantitativa. Segundo Richardson (1989), a pesquisa qualitativa é adequada para trabalhos que buscam desenvolver e descrever a complexidade de um determinado problema, analisar a interação de certas variáveis, compreender e classificar processos dinâmicos. Já a pesquisa quantitativa “que tem suas raízes no pensamento positivista lógico, tende a enfatizar o raciocínio dedutivo, as regras da lógica e os atributos mensuráveis da experiência humana” (POLIT, BECKER E HUNGLER, 2004, p. 201). Segundo Fonseca (2002, p. 20) “A utilização conjunta da pesquisa qualitativa e quantitativa permite recolher mais informações do que se poderia conseguir isoladamente”.

O diagnóstico ambiental teve início com uma pesquisa descritiva, feito em setembro de 2021, com os extensionistas da EMATER de Cândido Godói, o que permitiu um entendimento inicial sobre as dinâmicas produtivas das propriedades rurais produtoras de leite. Os dados apurados neste primeiro contato subsidiaram a construção do instrumento de coleta de dados.

A coleta de dados foi realizada através de entrevistas, a partir de um questionário semiestruturado aplicado aos produtores de leite, que contemplou o histórico produtivo do estabelecimento rural, os recursos hídricos, o manejo do solo, o manejo dos resíduos recicláveis e o destino dos resíduos orgânicos.

A amostra dos estabelecimentos rurais pesquisados foi pautada no método conhecido como “bola de neve”, que segundo Baldin e Munhoz (2011, p.332) é:

Uma forma de amostra não probabilística utilizada em pesquisas sociais onde os participantes iniciais de um estudo indicam novos participantes que por sua vez indicam novos participantes e assim sucessivamente, até que seja alcançado o objetivo proposto (o ponto de saturação).

Desta forma, foram realizadas 20 entrevistas com produtores de leite, no período de outubro a dezembro de 2021.

Com base neste método observou-se a necessidade também, da aplicação do instrumento de coleta de dados para outros atores, além dos produtores de leite. Assim, foram realizadas entrevistas com três servidores da Secretaria Municipal de Agricultura e Meio Ambiente de Cândido Godói e o Secretário Municipal da referida pasta.

Cabe ressaltar que, além das entrevistas com aplicação dos questionários, também houve o registro de informações através do diário de campo, uma ferramenta importante para a coleta de dados, que segundo Triviños (1990), permite o registro das percepções extras e das observações do pesquisador sobre as ações e expressões verbais do ator social pesquisado.

Na apresentação de resultados também foi utilizada a técnica da História Oral, que segundo Alberti (2005, p.155), “consiste na realização de entrevistas gravadas com indivíduos que participaram de, ou testemunharam acontecimentos e conjunturas do passado e do presente.

### **3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE PESQUISA**

O município de Cândido Godói está localizado na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul, a 27° 57' 9" Latitude Sul e 54° 45' 13" Longitude Oeste. Possui a área territorial de 124.704,7 hectares. Está situado a 308 metros de altitude, com relevo em grande parte acidentado e clima temperado.

A estimativa da população absoluta em 2021, segundo IBGE, foi de 6.106 pessoas. Conforme dados do Censo de 2010, estão domiciliados na área rural 4.689 munícipes, sendo que os demais 1.846, estão domiciliados na área urbana. Já a área rural, segundo o Censo Agropecuário de 2017, corresponde a 24.528 hectares, sendo 21.620 hectares produtivos, o que equivale a 88,14% do território rural. A área rural é composta principalmente por minifúndios.

O principal setor econômico do município é a agropecuária. As atividades que se destacam são a produção leiteira e a suinocultura. Conforme dados da EMATER, no ano de 2019, no município se encontravam 1.290 estabelecimentos rurais com um rebanho de 9.326 vacas e uma produção diária de 81.000 lts/dia de leite. Conforme dados empíricos da EMATER local, há aproximadamente 500 estabelecimentos rurais que tem como base produtiva a atividade leiteira para comercialização.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados que serão apresentados, obtidos a partir do diagnóstico ambiental, se desdobram num panorama da atividade leiteira no município de Cândido Godói.

### 4.1. ASPECTOS HISTÓRICOS E TÉCNICOS DA ATIVIDADE LEITEIRA EM CÂNDIDO GODÓI

A tradição familiar em pequenas propriedades rurais é uma característica intrínseca. O modo de produção vem evoluindo com o passar dos anos, mas algumas características da atividade leiteira ainda seguem as mesmas, por questão de costume e é passado de geração para geração.

Em muitas propriedades, a sucessão familiar se deu por herança dos pais aos filhos. Dessa forma, dos 20 (vinte) agricultores entrevistados, 4 moravam em outras localidades e migraram para o local onde desenvolvem suas atividades atualmente, e um produtor entrevistado não é natural do município de Cândido Godói. Alguns produtores (20%) deixaram a atividade rural, se distanciando por alguns anos, mas depois retornaram.

Este deslocamento do agricultor do meio rural para outras atividades em busca da melhoria de vida, é denominado êxodo rural. Porém, dentre os produtores entrevistados, dois deles decidiram seguir direções distintas, onde um fora estudar a fim de seguir outras profissões, mas acabou voltando para as suas origens, por descobrir que a pecuária leiteira é a sua área de atuação. Já outro produtor foi trabalhar fora do país (Suíça), porém as atividades eram voltadas ao mesmo ramo. Após o término do contrato, voltou e decidiu constituir a sua própria propriedade, “muita gente aqui da região realiza esta experiência, que é única, sair do país e trabalhar na mesma área, mas de um jeito totalmente diferente, assim pude voltar com muitas ideias para iniciar a minha produção leiteira” (ENTREVISTADO 1).

Ao recordar do início da atividade leiteira nas propriedades, os agricultores tiveram lembranças semelhantes, onde o serviço era todo manual e a quantidade de animais e a produção de leite era baixa, comparando com a atualidade. Segundo os agricultores, com o avanço da tecnologia, o serviço se tornou mais eficiente. “Anos atrás levávamos o leite em tarros, até a estrada principal, onde o leiteiro passava, muitas vezes era de madrugada, hoje em dia ele mesmo vem até a propriedade e carrega o leite” (ENTREVISTADO 2).

Em meados dos anos 60 (sessenta) a atividade leiteira caminhava morosamente. A industrialização de leite estava começando a se estruturar no país. Nas propriedades rurais de Cândido Godói, a atividade principal naquela época era a criação de porcos. “No início trabalhávamos com porcos, tínhamos 12 matrizes. Mas depois de um tempo essa atividade se tornou inviável financeiramente” (ENTREVISTADO 3). Esta fala exemplifica em grande parte, o motivo que levou os produtores rurais a trocarem a suinocultura pela atividade leiteira.

Atualmente a pecuária leiteira se destaca no município, mas lidar com gado de leite requer tempo empreendido. Ao serem questionados sobre qual a mão de obra utilizada atualmente nas propriedades, 80% dos produtores atestaram ser familiar e outros 20% possuem pelo menos 1 funcionário.

Uma questão interessante, é que 15% dos produtores entrevistados planejam parar com a atividade leiteira, mas continuarão no domicílio atual e farão as demais atividades da propriedade.

A questão que se refere aos produtores sobre a ideia de seus filhos ficarem na profissão de produtor de leite e se acreditam que alguém vá dar continuidade a mesma.

“Gostaria que meus filhos seguissem esta profissão, ou pelo menos um deles. Eles já me ajudam em muitas atividades, incentivo têm, mas eles devem de saber o que querem no futuro” (ENTREVISTADO 4).

Os produtores também demonstraram grande incentivo aos estudos para seus filhos. Os estudos são um dos principais fatores da saída do jovem do meio rural. De acordo com Matte, Spanevello e Azevedo (2009) os filhos migram para o centro urbano em busca de um melhor acesso aos estudos, este que em sua grande maioria, é único meio, pois em escolas localizadas no meio rural há, comumente, oferta apenas de séries iniciais. “Meu filho precisa, em primeiro lugar estudar, depois ele decide se fica na área rural ou não” (ENTREVISTADO 5).

Atualmente o estudo é visto como essencial, uma vez que, no passado, saber ler e escrever já era o suficiente para o agricultor. Ao levantar a questão sobre a escolaridade dos próprios produtores, foi observado que, acima de 50 anos, dificilmente há um produtor com o primeiro grau completo.

Logo, após um breve histórico abordado pelos proprietários, foi iniciada a parte referente aos aspectos técnicos. Quanto ao tamanho das propriedades, obteve-se os resultados apresentados na tabela 1:

**Tabela 1.** Número de produtores de acordo com os tamanhos, em ha (hectares), das propriedades rurais.

Tamanho das propriedades (ha)	Número de produtores	
	Absoluto	%
menores que 10	2	10
de 10 a 20	9	45
de 21 a 30	5	25
de 31 a 40	2	10
de 41 a 50	2	10

As áreas destinadas à produção de pastagens compreendem 25% dos produtores que possuem áreas de até 5ha, 35% possuem área de até 10ha, 30% possuem área de até 20ha e 10% possuem área de até 30ha. Ao que se refere às áreas destinadas a ocupação do gado leiteiro considera-se 75% dos produtores com uma área de até 5ha, 10% com área até 10ha e 15% com área até 20ha.

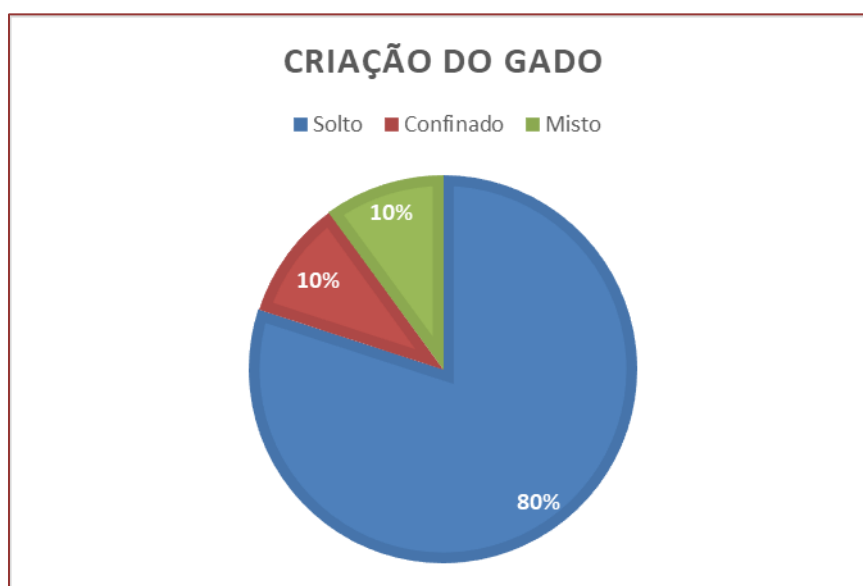
Quanto aos dados referentes ao gado leiteiro, foram pesquisados o número de cabeças /propriedade, o tipo de criação e a quantidade de leite produzido.

O número de vacas em uma propriedade é um fator relevante para definir a sua grandeza. Na tabela 2 são apresentados os dados referentes ao plantel de cabeças de gado leiteiro.

**Tabela 2.** Número de vacas por propriedades

Número de vacas	Propriedade	
	Absoluto	%
0 a 10	2	10
11 a 20	5	25
21 a 30	5	25
31 a 40	6	30
41 a 50	1	5
51 a 60	1	5

A criação de gado junto a pastagem é a predominante (80%). A criação de gado confinado corresponde a 10% das propriedades, uma vez que as instalações necessárias para se ter um confinamento demanda um alto custo econômico e aumento nas condições de trabalho. Porém, a adoção deste sistema vem crescendo, sendo que 20% dos produtores que não tem o gado confinado, tem interesse em se enquadrar neste sistema. O manejo do gado, no quesito instalação, aparece na figura 1:

**Figura 1.** Criação de gado de acordo com cada propriedade

O gado criado no sistema semiconfinado (misto) representa 10%, onde muitas vezes esta estratégia é utilizada no verão, pensando no bem-estar do animal, onde o trato é realizado em FreeStal<sup>1</sup>. No inverno, há disponibilidade de pastagem à vontade para o gado.

Quanto à produção de leite, cabe frisar que a produção de até 50 litros de leite por dia não é cabível à industrialização do mesmo. A litragem média diária de leite produzido nas propriedades aparece na tabela 3:

<sup>1</sup> Free Stal é um sistema onde as vacas ficam soltas dentro de uma área cercada e, assim, são retiradas as baias somente no momento da ordenha.



**Tabela 3.** Litros de leite produzidos por dia

Volume	Propriedades	
	Absoluto	%
101 a 200	3	15
201 a 300	1	5
301 a 400	5	25
401 a 500	3	15
501 a 600	0	0
601 a 700	2	10
701 a 800	2	10
801 a 900	1	5
901 a 1000	1	5
1001 +	2	10

Nesse âmbito, foi observado que a maior porcentagem, 25% ficam na faixa entre 301 a 400 litros de leite produzidos por dia. Distinto dos 10.845 litros totais resultantes da soma da produção de todas as propriedades, 50 litros destinam-se ao autoconsumo diariamente, bem como 154 litros são destinados a alimentação dos bezerros.

Cabe ressaltar que a rentabilidade na produção nem sempre vem de encontro com o número de vacas, e sim está relacionada a qualidade de vida do animal.

Muitos são os produtores que têm o tambo de leite como principal atividade agrícola desenvolvida em sua propriedade. De acordo com os produtores entrevistados, 85% responderam “sim” ao serem questionados sobre este ponto. “O leite consegue cobrir todos os insumos e muitas vezes ainda sobra” (ENTREVISTADO 6). Por outro lado, os demais 15% ao responderem que “não”, relatando que o plantio de demais culturas sobressai no rendimento.

As motivações que levam à produção de leite são similares. A questão voltada ao sustento da família se destacou, seguido da satisfação pessoal em trabalhar nesta área e também por ser uma tradição familiar. Outras alternativas foram constatadas, como a lucratividade obtida através da produção leiteira, ver esta atividade como única alternativa viável, e ainda, ter algo seguro, que permite a venda em período de necessidade.

Quanto às considerações relacionadas ao planejamento de mudanças no modo de produção, o principal objetivo é a melhoria nas condições de trabalho, bem como o aumento da produtividade, a diminuição de custos e maiores oportunidades de mercado. Ainda, “mudamos nosso meio de produção pensando no bem-estar animal, pois havia muita dificuldade de locomoção dos animais” (ENTREVISTADO 7).

Sobre as empresas para as quais é comercializado o leite, se destaca a empresa CCGL. Por ser aliada a uma Cooperativa estabelecida no município, ela possui um maior número de produtores. Por seguinte, aparece a empresa ITALAC, que aparenta construir laços com seus produtores, “...eu vendo para essa empresa há 11 anos e não pretendo trocar” (ENTREVISTADO 8). Em seguida vem a Lactalis, Piracanjuba, Dimilk, Tchê Milk e Latipassos. Segundo os produtores as empresas não pedem nenhuma melhoria na questão ambiental em específico, mas sim, cobram na questão da qualidade do leite.

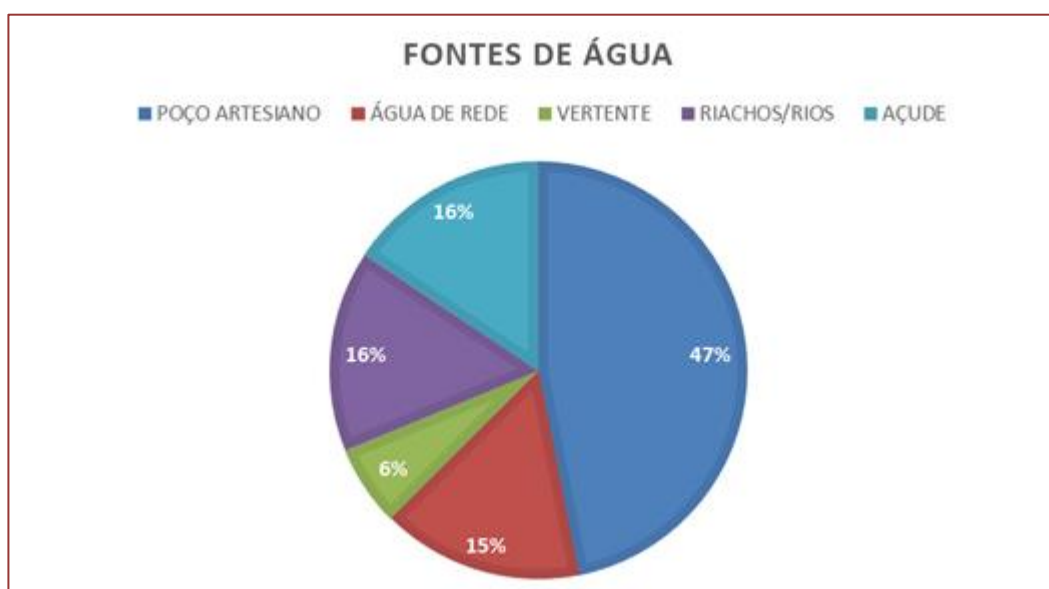
Um fator de grande influência na questão da qualidade do leite é o recurso hídrico utilizado para o manejo nas propriedades. Estar ciente de qual é a fonte da água que se utiliza é de suma importância.

#### 4.2. RECURSOS HÍDRICOS

A água é o recurso natural mais utilizado no setor leiteiro. Dos produtores entrevistados, 60% utilizam mais de um recurso. Ainda, quando se trata das fontes ligadas a rios, riachos, açude ou vertentes, mais de 50% possuem mata ciliar em suas margens. “Os meus planos para o futuro são reflorestar mais ainda essas áreas” (ENTREVISTADO 9).

As fontes de água utilizadas para a dessedentação do gado leiteiro resultantes das entrevistas são apresentadas na figura 2:

**Figura 2:** Fontes de água nas propriedades rurais



Já a fonte de água utilizada para o plantio de pastagens, segundo todos os produtores entrevistados, é a água da chuva. Alguns até tocaram no assunto da irrigação, em terem planos de instalação futuramente, outros já possuem o sistema de canalização do açude, porém não utilizam, apesar de possuírem outorga. Os demais não têm o sistema de irrigação, nem possuem interesse.

Quanto à limpeza da sala e equipamentos de ordenha, as fontes de água mais citadas foram água de poço artesiano e da rede proveniente de um poço artesiano comunitário, o qual a Corsan é responsável pelo tratamento e monitoramento.

Assim como os recursos hídricos, o solo é um fator muito relevante nas propriedades. Para tal, a sua conservação e manejo adequado é fundamental, uma vez que o mesmo é a base do plantio de alimentos dos animais, bem como é o meio no qual a propriedade está inserida.

### 4.3. SOLO

A forma de como o solo é manejado diz muito sobre a sua qualidade. Assim, 90% dos produtores trabalham com o plantio direto em suas terras, utilizando o arado e os demais implementos somente quando for preciso, em último caso. A questão da importância da qualidade do solo e do clima da região para a produção de pastagens, aparece na tabela 4:

**Tabela 4.** Números de produtores e suas opiniões referentes a qualidade do solo e clima da região, voltados para a atividade leiteira.

Alternativa	Produtores	
	Absoluto	%
Sim	17	85
Não	3	15

Cabe salientar que dentre os produtores cujo a sua resposta foi “sim”, alguns abordaram sobre as *benesses* da chuva, pois o pasto depende diretamente da mesma e os demais sobre a importância da geomorfologia e o solo para a circulação do gado leiteiro pelas pastagens da propriedade, bem como seu plantio e cultivo.

Em relação ao solo, outro aspecto verificado foi sobre os processos de erosão nas propriedades. Nestas, 10% não tem solos erodidos atualmente pois já realizaram em tempos idos técnicas de recuperação do mesmo. Nos 90% restantes, vem sendo utilizadas atualmente técnicas de manejo para reverter este processo, conforme pode ser verificado na figura 3.

**Figura 3.** Ações realizadas para reverter o processo nas propriedades em que há erosão.



Estas técnicas acima citadas, vem mostrando eficiência como forma de controle do mesmo, visto que o solo é um recurso fundamental para o setor pastoril, refletindo diretamente na produtividade leiteira.

Quanto ao trato do gado leiteiro, são utilizadas pastagens de verão e de inverno, conforme tabela 5, além da silagem (milho fermentado).

**Tabela 5.** Tipos de pastagens utilizadas para trato do gado leiteiro

Tipos de pastagens de acordo com o as estações	
Pastagens de Verão	Aveia de verão, sorgo, milheto. (Perenes): Aries, Jiggs, Capim Sudão, Tifton.
Pastagens de Inverno	Aveia de Inverno e azevem, aveia.

Quanto aos adubos utilizados, nos anos que se antecederam a 2010, foram utilizados mais os fertilizantes orgânicos, apesar de que ainda há o seu uso atualmente. De 2011 a 2021, os adubos mais utilizados passaram a ser as formulações de NPK 8,16,24 e 10,20,30; além da *Brachiaria Convect*<sup>2</sup>. Com frequência foi relatado pelos produtores afirmações no sentido do que foi dito pelo Entrevistado 10: “os tipos de adubos não mudaram muito, o que mudou foram as fórmulas, contendo nutrientes que anos atrás não tinham”.

Dentre as sementes e adubos utilizados na produção de pastagens, foram relatados outros insumos, tais como o calcário, cloreto e o esterco dos animais. As pastagens não estão livres de doenças e pragas. De 2000 a 2010 as principais pragas eram as lagartas, porém, não havia tantas pragas quanto nos anos atuais. De 2011 a 2021 houve uma alavancada de insetos e doenças nas pastagens, sendo a ferrugem, o pulgão, a lagarta e a cigarrinha os principais agentes. Ademais, em 5% das propriedades não há problemas de pragas nas pastagens.

Nesse viés, as medidas que vem sendo tomadas visando mitigar este cenário é o aumento do uso de agrotóxicos. Nos anos que antecederam a 2010 os produtos mais utilizados para o controle de ervas daninhas foram os dissecantes e para o controle de insetos os piétróides<sup>3</sup>.

Já na atual conjuntura, continua se destacando o uso de glifosato como dissecante para o controle de ervas daninhas. Porém, há produtores que utilizam defensivos biológicos para esse controle, “não há tanta necessidade de agrotóxicos, pois o milho, por exemplo, hoje em dia é todo transgênico, o que já é uma segurança contra as pragas”. (ENTREVISTADO 10).

Saber quais defensivos utilizar para que se tenha o menor impacto possível ao meio ambiente, é de suma importância. Bem como, estar ciente das destinações dadas aos resíduos recicláveis gerados nas propriedades.

<sup>2</sup> *Brachiaria Convect* é um adubo que se adapta às condições trópico úmido, com altas precipitações ou em condições sub úmidas, tolerando também terrenos com 5 a 6 meses de seca.

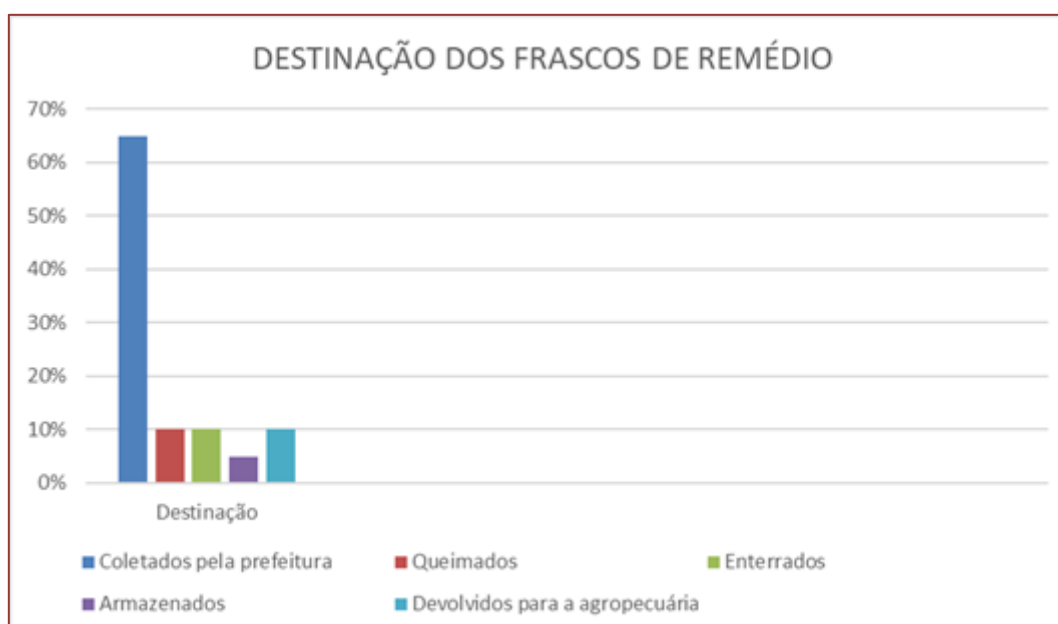
<sup>3</sup> O inseticida piétróide atua por contato e ingestão e destina-se ao combate das pragas nas culturas.

#### 4.4. RESÍDUOS RECICLÁVEIS E REJEITOS

No município de Cândido Godói a empresa responsável pela coleta dos resíduos é terceirizada. Na zona urbana ela acontece de forma seletiva, três vezes por semana. Já na zona rural, a coleta ocorre a cada três meses, porém esta coleta é feita pela prefeitura. Nesse contexto, foi questionado aos produtores sobre a destinação de diferentes resíduos provenientes da propriedade.

O resultado quanto à destinação dada aos frascos de remédio utilizados nas vacas leiteiras está disposto na figura 4.

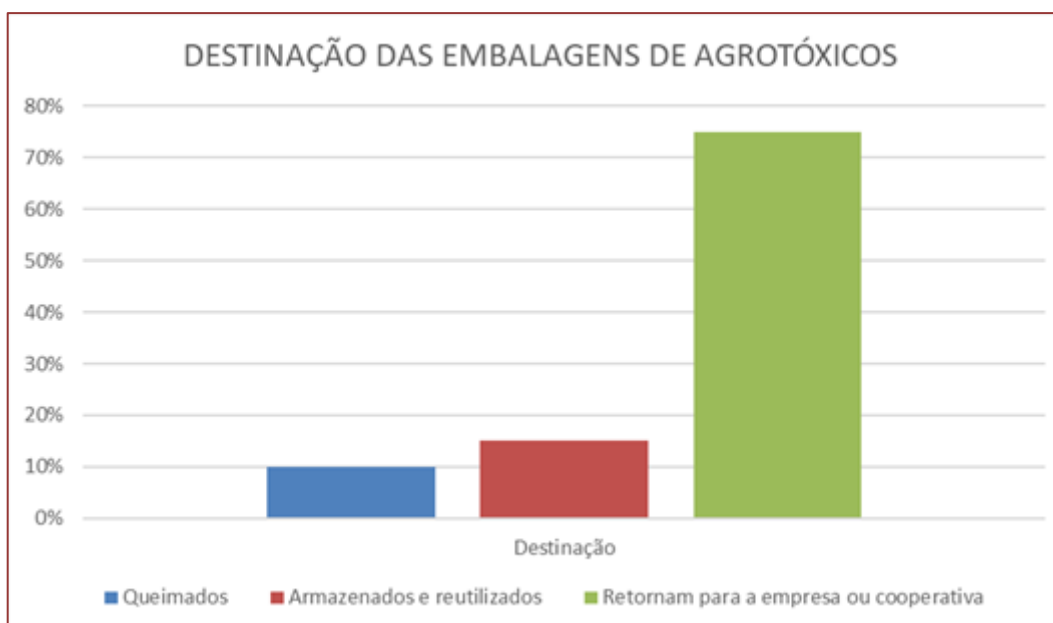
**Figura 4.** Destinações dos frascos de remédios utilizados



Pode-se observar que a maioria dos frascos de remédio é enviado à coleta feita pela prefeitura municipal. Vale salientar que destes, 25% identificam as embalagens nas quais os frascos são armazenados.

Já a destinação dada às embalagens de agrotóxicos utilizadas nas pastagens destas propriedades, aparecem na figura 5.

Observa-se que em grande parte, as embalagens retornam para empresas ou cooperativas, tipificando a logística reversa, sendo que algumas empresas cobram a nota fiscal para a devolução destes resíduos. Já outros expõem que “nós queimamos as embalagens, pois se levamos até a cooperativa eles exigem a nota fiscal, caso contrário não é aceito” (ENTREVISTADO 11).

**Figura 5.** Destinação distintas das embalagens de agrotóxicos por produtores

Os resíduos recicláveis gerados nas propriedades têm três tipos de destinação, conforme os resultados dos questionários que aparecem na figura 6.

**Figura 6.** Destino dos resíduos recicláveis das propriedades

De acordo com o gráfico acima, pode-se constatar que a coleta seletiva toma a frente. Porém ainda há aqueles que seguem com o hábito cultural arcaico de queimar ou enterrar os resíduos, práticas estas que afetam diretamente o meio ambiente. Dentre os produtores relatados, 10% possuem duas destinações dos resíduos, onde uma parte é queimada e outra é destinada à coleta da prefeitura.

Sendo assim, deve estar presente a preocupação com os destinos dados aos diferentes resíduos gerados nas propriedades em relação ao ambiente. O que leva a preocupação em saber qual o destino dos resíduos orgânicos gerados nas mesmas. Os dejetos dos animais por exemplo, que prioritariamente devem ser usados como adubo orgânico, respeitando sempre as limitações impostas pelo solo, água e planta.

#### 4.5. RESÍDUOS ORGÂNICOS

Uma das principais atividades poluidoras ao meio ambiente, provinda da atividade leiteira é o esterco gerado pelas vacas. A fim de quantificar o volume de esterco produzido nas propriedades, os produtores foram indagados a informar a produção média diária de quilos/dia. Dos produtores entrevistados, 65% (treze produtores) souberam quantos kg em média são gerados em sua propriedade diariamente, contra 35% que não souberam responder, conforme tabela 6.

**Tabela 6.** Média de kg de esterco produzido por dia pelas vacas leiteiras das propriedades

Média de kg produzidos por dia	Propriedades	
	Absoluto	%
1 a 100	3	15
101 a 200	2	10
201 a 300	0	0
301 a 400	1	5
401 a 500	1	5
501 a 600	0	0
601 a 700	2	10
701 a 800	1	5
801 a 900	1	5
901 a 1000	0	0
1001 +	2	10

Apesar de sete entrevistados não terem conseguido mensurar a quantidade de esterco produzido nas suas propriedades, em todas há a produção de esterco, que é utilizado prioritariamente nas lavouras, seguido da adubação da horta.

Os resultados sobre a questão de haver uma composteira na propriedade ou do interesse em construir uma, aparecem na tabela 7.

**Tabela 7.** Interesse em construir uma esterqueira

Alternativas	Produtores	
	Absoluto	%
Sim	12	60
Não	8	40

Em 20% das propriedades há uma estrutura concretada, denominada pelos produtores de composteira, porém não possuem lona para impermeabilizar o fundo e para tapar a mesma.

Quanto à possibilidade de uma assessoria técnica da Secretaria da Agricultura, EMATER ou Sindicato dos trabalhadores Rurais para realizar a construção e posterior manejo do esterco/chorume, caso o produtor optasse por construir uma composteira, 15% dos produtores dizem que já receberam algum auxílio. Outros 85% não receberam auxílio. Porém 50% sinalizaram que gostariam de receber auxílio técnico para construir uma composteira na propriedade.

Quanto à possibilidade de comercialização do esterco gerado nas propriedades, a maioria dos produtores não hesitaram em dizer “não”, pois a quantia gerada para si muitas vezes, não é o suficiente e até chegaram a ter de comprar de outros produtores. Dos entrevistados somente um produtor alegou que comercializaria o esterco de sua propriedade.

## 5. CONSIDERAÇÕES

A questão ambiental está ganhando cada vez mais visibilidade, potencializada pela adoção da Agenda 2030, da escala local à global e as discussões da COP27, e assim sendo, as questões ambientais no meio rural necessitam ser cada vez mais direcionadas à sustentabilidade, pois as ações produtivas se dão sobre o meio físico, que é a base primordial do agro ecossistema, em que as propriedades estão inseridas.

Portanto quando há um uso sustentável dos recursos naturais nas propriedades, há por consequência melhorias produtivas a curto, médio e longo prazo, ou seja, quando os recursos naturais se tornem escassos ou estão deficitários os índices de produtividade na pecuária leiteira tendem a ter menos eficiência.

No município de Cândido Godói ainda não havia sido elaborado um diagnóstico ambiental das propriedades produtoras de leite. Por isto a importância deste estudo. Mas cabe salientar, que este diagnóstico abrangeu somente 20 propriedades do município, o que configura 4% da amostra total, sendo inviável uma generalização para o universo total de propriedades. Porém, os resultados advindos deste diagnóstico ambiental, a partir da amostra de propriedades pesquisadas, pode ser utilizado como uma ferramenta de apoio para planejamento e gestão, tanto na escala pública como privada, por todos os atores sociais que englobam a cadeia produtiva da atividade leiteira no município de Cândido Godói, com ênfase para os gestores da administração pública municipal, extensionistas, gestores das cooperativas e empresas que compram o leite produzido e para os produtores de leite.

Este diagnóstico ambiental, que é um panorama, traz à tona os três pilares da sustentabilidade. Primeiramente o aspecto social. De modo geral, ficou perceptível que os produtores de leite do município pesquisados, possuem um vínculo identitário muito



forte com a atividade leiteira, uma tradição produtiva que vem perpassando gerações. A perspectiva é de que seus filhos sigam no ramo agropecuário leiteiro, mas com qualificação profissional advinda dos estudos e aplicáveis para o incremento do processo produtivo. A sucessão familiar é primordial para a manutenção da atividade.

No aspecto econômico, a atividade leiteira ficou enfatizada como importante geradora de renda e de ocupação para uma parcela significativa de munícipes: os produtores, e por conseguinte os demais entes da cadeia produtiva, os comerciantes de bens de consumo e serviços, e ao cofre público municipal, através da tributação. Cabe salientar, ainda no aspecto econômico, que o principal objetivo dos produtores ao planejarem mudanças no modo de produção é o aumento da produtividade e lucratividade.

No aspecto ambiental há uma miríade de cenários. Quanto ao uso da água, recurso primordial para a qualidade do leite, o manejo principal é água de poços artesianos para dessedentação do gado leiteiro; e água de precipitação pluvial para as pastagens, o que em momentos de estiagem pode vir a se tornar um gargalo produtivo. A questão da outorga para usos da água ainda é uma questão controversa. Alguns produtores possuem e não utilizam o recurso hídrico outorgado. Outros utilizam os recursos hídricos outorgados, além dos que utilizam recursos sem outorga.

Quanto ao solo, seu manejo de modo geral segue as técnicas típicas para controle da exaustão e erosão do solo, sendo que em algumas propriedades esta problemática já está resolvida, mas na maioria ainda este manejo é de mitigação, mas sem resolução definitiva. A melhoria nas pastagens ainda tem como cerne o uso de agroquímicos sintéticos, mas o controle biológico também vem conquistando timidamente seu espaço.

Os resíduos recicláveis e os rejeitos em sua maioria são destinados à coleta pública municipal, mas a periodicidade de três em três meses é bastante alargada. Uma coleta mensal seria mais pertinente. Já a logística reversa para embalagens dos agrotóxicos é prioritariamente ocorrente. Um ponto importante a destacar é que a os resíduos orgânicos advindos da defecação do gado leiteiro tem um uso total nas propriedades, como adubo orgânico, faltando, porém, o manejo correto para maturação a fim de evitar contaminação do solo e do lençol freático durante o período de pousio deste material, o que se daria se houvesse a adequação das composteiras já existentes, conforme normas técnicas, e a construção de novas.

Através do diagnóstico tem-se que os três princípios da sustentabilidade se efetivam nas propriedades pesquisadas, porém há várias questões ambientais que poderiam ser mitigadas ou resolvidas. Para tal, projetos de Gestão Ambiental seriam muito pertinentes, de serem desenvolvidos no município de Cândido Godói, pois abririam um leque de discussões, análises, proposições, planejamento e ações, como dispõe a Agenda 2030, proposta pela ONU, através dos seus 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e suas respectivas 169 metas, no que se refere à atividade leiteira, uma das principais matrizes produtivas do município.

## REFERÊNCIAS

- [1] ALBERTI, Verena. Fontes Orais. História dentro da História. In: PINSKY, Carla Bassanezi, (org.). Fontes Orais. São Paulo: Contexto, 2005, p. 155-202.
- [2] ALMEIDA, Rozelaine Rubia Bueno D' et al. Impactos ambientais gerados pela atividade leiteira em uma propriedade familiar no município de Entre-Ijuís, RS. 2020.
- [3] BALDIN, N.; MUNHOZ, E., M. B. Snowball (bola de neve): uma técnica metodológica para pesquisa

em educação ambiental comunitária. Curitiba, 2011.

- [4] BRUM, Argemiro Luís et al. As práticas sustentáveis na cadeia produtiva do leite e os objetivos de desenvolvimento sustentável: um panorama do estado do Rio Grande do Sul. *Campo-território: revista de geografia agrária*, v. 16, n. 40, p. 31-65, abr., 2021.
- [5] CLAUDINO, E. S.; TALAMINI, E. Análise do Ciclo de Vida (ACV) aplicada ao agronegócio-Uma revisão de literatura. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental*, 2013.
- [6] CYRNE, Carlos Candido da Silva et al. Avaliação da gestão ambiental em pequenas propriedades produtoras de leite no Vale do Taquari a partir do uso da matriz importância x desempenho. *Redes - Revista do Desenvolvimento Regional*, v. 20, n. 2, p. 176 - 194, mai./ago. 2015
- [7] FONSECA, J. J. S. Metodologia da pesquisa científica. Fortaleza: Universidade Estadual do Ceará, 2002. Apostila.
- [8] IBGE (2010). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Agropecuária Municipal. Disponível em: < <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-demografico/demografico-2010/inicial> >. Acesso em: 29/11/22.
- [9] IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo agropecuário 2017. 2017.
- [10] KLAUCK, J. B.; RUI, F. V.; ALBUQUERQUE, C. A produção de leite e seus riscos ambientais. Artigo no Curso de Especialização em Produção de Leite da Faculdade de Ciências Biológicas e de Saúde da Universidade Tuiuti do Paraná. (2010), Curitiba- PR.
- [11] MATTE, A.; SPANEVELLO, R. M.; AZEVEDO L. F. A reprodução social na agricultura familiar; a saída dos filhos e o encaminhamento do patrimônio entre agricultores sem sucessores -Agricultura Familiar e Ruralidade. Campo Grande- MS, 2009.
- [12] NERES, N. G. C.; SOUZA, P. A.; SANTOS, A. F. D.; GIONGO, M.; BARBOSA, L. N. L. Avaliação ambiental e indicação de medidas mitigadoras para a nascente do córrego mutuca, Gurupi-TO. *Enciclopédia Biosfera*, v. 11, n. 21, p. 2824-2834, 2015.
- [13] OLIVEIRA Cléber Rosa de et al. Relatório de impacto ambiental: Projeto agrícola fruticultura. Itaqueira agropecuária S/A. Fev. 2013/ Fortaleza-CE.
- [14] POLIT, D. F.; BECK, C. T.; HUNGLER, B. P. Fundamentos de pesquisa em enfermagem: métodos, avaliação e utilização. Trad. de Ana Thorell. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.
- [15] RAMOS, M. C. Sustentabilidade na produção de leite: interferência dos processos produtivos no balanço energético e econômico em sistema intensivo. 2012. 111 p. Dissertação (Mestrado em Construções, Ambientância e Tratamento de Resíduos) -Universidade Federal de Lavras, (2012). Lavras.
- [16] RICHARDSON, R. J. Pesquisa Social: métodos e técnicas. São Paulo: Atlas, 1989.
- [17] SÁNCHEZ, Luis Enrique. Avaliação de impacto ambiental: conceitos e temas. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.
- [18] TRIVIÑOS, A. N. S. Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1990.

# Capítulo 13

## *Gestão sustentável das águas e do saneamento: Apontamentos para o estado de Sergipe*

*Davi Nascimento dos Santos*

*Fábio Alves dos Santos*

*Fernando Rodrigues da Rocha Júnior*

*Filipe Latta*

*Juliana Santana Felipe*

*Ítallo Romany Nunes Menezes*

*Michelle Silva Menezes*

*Suzyanne Morais Firmino de Melo*

*Silvânio Silvério Lopes da Costa*

**Resumo:** As questões hídricas mundiais têm causado preocupação e debate em vários níveis da sociedade, com sucessivas negociações multilaterais que priorizam o compromisso com o desenvolvimento sustentável. Em 2015 foram aprovados os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), com 169 metas, como parte da Agenda 2030. Destaca-se, nesse capítulo, o ODS 6, com oito fins relacionados à importância de assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos. Para tal, se contemplam medidas como o acesso universal e equitativo à água potável com preços acessíveis, a redução da poluição e dos efluentes para melhorar a qualidade da água ou minimizar a emissão de produtos químicos e reduzir a percentagem de águas residuais sem tratamento. Dessa forma, entende-se que para o cumprimento da Agenda 2030 deve-se ter um conhecimento multidisciplinar sobre as diversas áreas para que a concretização dos direitos humanos seja alcançada.

**Palavras-chave:** Desenvolvimento sustentável; indicadores de sustentabilidade. água; saneamento.

## 1. INTRODUÇÃO

A agenda 2030 é um plano de ação para erradicar várias das principais complicações da humanidade, que foi proposta em 2015, quando se reuniram delegados dos estados-membros da Organização das Nações Unidas (ONU). Nesse plano de desenvolvimento sustentável foram propostos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas correspondentes (ONU, 2015).

Dentre as metas monitoradas no período de 2016-2030, o ODS de número 6 é composto por 8 finalidades, que visam (6.1) alcançar o acesso universal e equitativo a água potável e segura; (6.2) atingir o acesso universal a saneamento e higiene, eliminando a defecação a céu aberto, com especial atenção para as necessidades das mulheres e meninas e daqueles em situação de vulnerabilidade; (6.3) buscar a melhoria da qualidade da água, reduzindo tanto a poluição como o volume de águas residuais não tratadas; (6.4) aumentar a sua reciclagem e reutilização, assim como a eficiência do uso da água, garantindo o abastecimento de água doce para reduzir o número de pessoas que sofrem com a escassez hídrica; (6.5) implementar a gestão integrada dos recursos hídricos; (6.6) proteger e restaurar os ecossistemas relacionados com a água e (6.a e 6.b) ampliar a cooperação internacional e fortalecer a participação das comunidades locais, para melhorar a gestão da água e do saneamento (ONU-BR, 2015).

No Brasil, os indicadores que apontam maior deficiência são voltados para o tratamento de esgotos. O baixo índice de tratamento de esgotos apresenta reflexos na saúde da população e na qualidade das águas, e representa um dos maiores desafios do nosso país. Pesquisas recentes apontam que 45% dos brasileiros ainda não têm acesso à coleta de esgoto e 49,2% dos esgotos não são tratados (SNIS, 2020).

Por conseguinte, o presente capítulo tem como objetivo compilar informações concernentes ao ODS 6 no Brasil e no estado de Sergipe. Fez-se necessário, então, o uso de dados consistentes, desagregados ou compilados pelos relatórios anuais da ONU, artigos científicos, diagnósticos de agências governamentais, planos de bacias, leis e resoluções estaduais. Para tal, será observado se as intervenções estão reduzindo a desigualdade e chegando às crianças, aos adolescentes, às mulheres e às comunidades mais vulneráveis, conforme será discutido nos tópicos a seguir.

## 2. DESENVOLVIMENTO

A agenda 2030 da ONU apresenta etapas para alcançar a efetivação de cada um dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Cada uma delas contém um ou mais indicadores que contam com ficha metodológica, dados e análises produzidas. Por meio do site governamental da agenda é possível acompanhar o estágio de desenvolvimento destes indicadores, que podem estar classificados como: produzido, em análise/construção, sem dados ou não se aplica ao Brasil (ODS BRASIL, 2022).

Os indicadores brasileiros para os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável seguem a mesma linha dos 254 Indicadores Globais. Desses indicadores, 115 já estão sendo produzidos, 76 ainda estão em análise ou em construção, 53 ainda não possuem dados e 10 não se aplicam ao Brasil (IBGE, 2022). Esses indicadores estão divididos em 17 objetivos como mostra o Quadro 1.

**Quadro 1.** Indicadores Brasileiros para os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável

OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	
<i>Erradicação da pobreza</i>	13 indicadores relacionados ao tema (6 produzidos e 7 em análise ou em construção).
<i>Fome zero e agricultura sustentável</i>	17 indicadores (7 produzidos, 4 em análise ou em construção e 3 sem dados).
<i>Saúde e bem-estar</i>	28 indicadores (14 produzidos, 12 em análise ou em construção e 2 sem dados).
<i>Educação de qualidade</i>	12 indicadores (5 produzidos, 2 em análise ou em construção, 4 sem dados e 1 não se aplica ao Brasil).
<i>Igualdade de Gênero</i>	14 indicadores (4 produzidos, 3 em análise ou em construção, 6 sem dados e 1 não se aplica ao Brasil).
<i>Água potável e saneamento</i>	11 indicadores (11 Produzido), Energia limpa e acessível com 6 indicadores (5 produzidos e 1 sem dados).
<i>Trabalho decente e crescimento econômico</i>	16 indicadores (7 produzidos, 6 em análise ou em construção e 3 sem dados).
<i>Indústria, Inovação e Infraestrutura</i>	12 indicadores (9 produzidos, 2 em análise ou em construção e 1 sem dados).
<i>Redução das Desigualdades</i>	21 indicadores (11 produzidos, 5 em análise ou em construção e 5 sem dados).
<i>Cidades e Comunidades Sustentáveis</i>	14 indicadores (9 produzidos e 5 sem dados).
<i>Consumo e produção responsáveis</i>	13 indicadores (5 produzidos, 1 em análise ou em construção e 7 sem dados).
<i>Ação Contra a Mudança Global do Clima</i>	8 indicadores (5 produzidos, 1 sem dados e 2 não se aplica ao Brasil).
<i>Vida na água</i>	10 indicadores (3 produzidos, 2 em análise ou em construção e 5 sem dados).
<i>Vida terrestre</i>	14 indicadores (3 produzidos, 9 em análise ou em construção e 2 sem dados).
<i>Paz, justiça e instituições eficazes</i>	24 indicadores (5 produzidos, 10 em análise ou em construção, 7 sem dados e 2 não se aplica ao Brasil).
<i>Parcerias e meios de implementação</i>	24 indicadores (6 produzidos, 13 em análise ou em construção, 1 sem dados e 4 não se aplica ao Brasil).

Fonte: Adaptado de IBGE (2022).

Entre os 17 objetivos, o ODS 6 prevê a melhoria da qualidade da água e o saneamento, ou seja, a equiparação dos serviços voltados para distribuição de água potável e saneamento de qualidade, os quais devem ser implantados através de políticas públicas que possam promover melhores condições de vida, associados principalmente a saúde (IBGE, 2022).

Nos números apresentados pela Agência Nacional de Águas (ANA), para o ano de 2018, 97,2% da população utilizava água potável de forma segura. Entretanto, o percentual é caracterizado pelo abastecimento de rede geral como, poços artesianos, poços rasos protegidos, nascentes protegidas ou água da chuva armazenada. Além disso, os objetivos desse ODS apresentam outros indicadores, que são apresentados tanto a nível nacional, como para cada região, e quando analisados separadamente tem-se dimensão de como os objetivos estão sendo conduzidos. O menor estado brasileiro, Sergipe, apresenta percentuais equiparados com o nacional, para o mesmo ano analisado, 95,8% da sua população foi assistida pelo serviço de abastecimento (IBGE, 2022). Deste modo, outros indicadores são importantes para o cumprimento dessa meta.

## 2.1. ACESSO UNIVERSAL E EQUITATIVO À ÁGUA POTÁVEL E EFICIÊNCIA DO SEU USO

Os recursos hídricos, assim como os serviços a eles relacionados, sustentam os esforços da erradicação da pobreza, promovendo crescimento econômico e sustentabilidade ambiental. Por ser um recurso de fundamental importância para 42% da força de trabalho mundial, segundo dados do *World Water Assessment Programme* (2016), a gestão dos múltiplos usos da água de maneira eficiente e sustentável é uma das metas do ODS 6 (IPEA, 2018; PNDU, 2019).

Ainda no fim do século passado, a Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei 9.433/1997, determinava que, em caso de escassez hídrica, os usos prioritários deveriam ser o consumo humano e a dessedentação de animais (Brasil, 1997). No Brasil, até 2019, 97,4% da população fazia uso da água potável (e serviços ligados a ela) de forma segura (ANA, 2020). Contudo, o consumo intensivo de recursos pela sociedade urbana e industrial causará escassez de recursos essenciais, como a água (BORDALO, 2012), impactando em cadeia os sistemas estruturantes que permitem o estilo de vida e os confortos modernos (RICHTER, 2015).

Com a intenção de proporcionar o desenvolvimento da gestão múltipla, foi instituído o Programa de Consolidação do Pacto Nacional da Gestão de Águas (PROGESTÃO), cujo regulamento foi estabelecido por meio da Resolução ANA nº 379, de 21 de março de 2013. De modo geral, o objetivo do programa é promover a efetiva articulação entre os processos de gestão das águas e de regulação de seus usos, gerido tanto na esfera nacional quanto na estadual, e também fortalecer o modelo brasileiro de governança das águas, que, por sua vez, pretende ser integrado, descentralizado e participativo (IPEA, 2017).

O estado de Sergipe aderiu ao PROGESTÃO por meio do Decreto nº 29.412, de 15 de agosto de 2013, o qual definiu à época, como entidade coordenadora, a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos – SEMARH. Contudo, conforme a lei nº 8.496/2018, a gestão e operacionalização de políticas estaduais relativas aos recursos hídricos passou a ser responsabilidade da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Sustentabilidade e, conseqüentemente, seu órgão subordinado, Superintendência Especial de Recursos Hídricos e Meio Ambiente (SERHMA) (SERGIPE, 2013, 2018; SEDURBS, 2022).

Durante o primeiro ciclo do PROGESTÃO em Sergipe, de 2013 a 2017, foram feitas melhorias na base técnica estadual para análise e emissão de autorizações de recursos hídricos. Entre as mais notórias, a criação dos planos de três bacias hidrográficas do estado: a do rio Japaratinga, a do rio Sergipe e a do rio Piauí. Os planos trazem diretrizes para implementação dos instrumentos de gestão do estado, entre eles, a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos e o sistema estadual de informações sobre recursos hídricos (SEMARH, 2015a, 2015b, 2015c; SERGIPE, 2013).

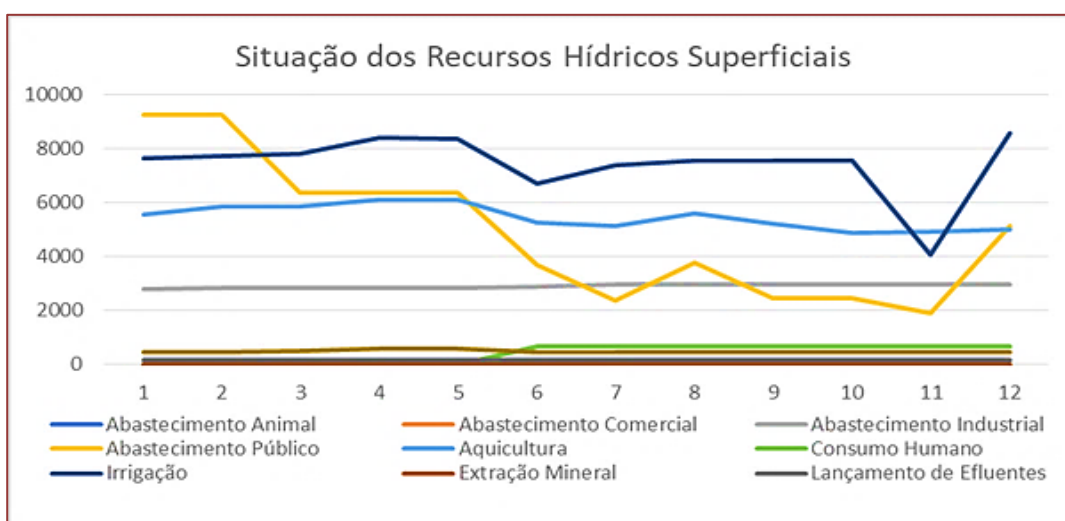
No estado de Sergipe, a Resolução nº 01/2001 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos, alterada pela Resolução nº 20/2014, dispõe sobre os critérios para outorga do uso da água, estabelecendo quais tipos de atividades necessitam de autorização. A concessão para captação das águas superficiais do estado é dada a partir da vazão de referência Q90, ou vazão garantida em 90% do ano hidrológico, devendo ser avaliada periodicamente devido a sazonalidade e possíveis alterações na característica do corpo hídrico, a fim de garantir equilíbrio entre os múltiplos usos (SEMARH, 2015a; SERGIPE, 2001, 2014).

Alusivo ao sistema estadual de informações, diversas foram as ações previstas no Ciclo 2 do PROGESTÃO, 2017 a 2021. Destacam-se o desenvolvimento de ações de fiscalização

pelo uso dos recursos hídricos, a capacitação em recursos hídricos, a prevenção de eventos hidrológicos críticos e a implementação da Política Nacional de Segurança de Barragens em Sergipe, tornando possível, assim, tomadas de decisões envolvendo os usos da água. Por conseguinte, diversos são os boletins atualmente disponibilizados no Portal de Recursos Hídricos do Estado de Sergipe (SERGIPE, 2017; SERHMA, 2022).

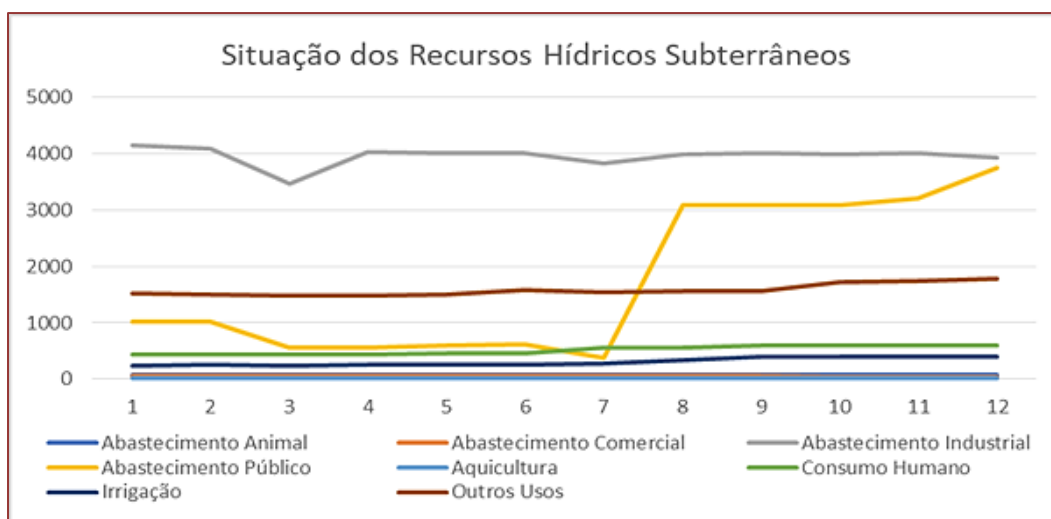
Como exemplo da importância do monitoramento e disponibilização dos dados, os gráficos presentes na Figura 1 e Figura 2 foram gerados a partir das informações presentes nos boletins de gestão pela SERHMA. Desde agosto de 2021 a secretaria pública mensalmente o volume de recursos hídricos outorgados. Além de separá-los em superficiais e subterrâneos, são informados os volumes autorizados para os diferentes usos no estado e de forma regionalizada, com informações sobre os usos dentro da bacia hidrográfica do rio Japaratuba, do rio Sergipe e do rio Piauí (SERHMA, 2022).

**Figura 1.** Volume de água superficial outorgada no estado de Sergipe



Fonte: SERHMA, 2022.

**Figura 2.** Volume de água subterrânea outorgada no estado de Sergipe



Fonte: SERHMA, 2022.

Os eixos verticais dos gráficos das Figura 1 e Figura 2, representam os volumes autorizados por uso em  $m^3/h$ , enquanto os eixos horizontais correspondem aos meses de referências dos boletins, sendo o número 1 correspondente ao primeiro boletim publicado, agosto de 2021, e o número 12 ao último boletim publicado até a presente data, julho 2022. É possível observar que os recursos superficiais do estado, conforme outorgas, são mais utilizados para irrigação, seguido pela aquicultura e abastecimento público. Ao passo que, concernente às águas subterrâneas, o maior volume é utilizado pelo setor industrial do estado.

Sendo os comitês, segundo ANA (2018), fóruns onde representantes dos diversos setores (poder público, usuário de água bruta e sociedade civil) reúnem-se para discutir sobre a gestão do uso da água das bacias, os dados contidos na Figura 1 e na Figura 2 são de suma importância para tomadas de decisão. A associação desses dados com os boletins de reservatórios disponibilizados semanalmente pela SERHMA, com os estágios (normal, atenção, alerta e emergência) de segurança hídrica, podem servir como base para possíveis alterações no modo como os recursos vêm sendo geridos, para atender as premissas da Lei 9.433/1997 ou os interesses da região (SERHMA, 2022).

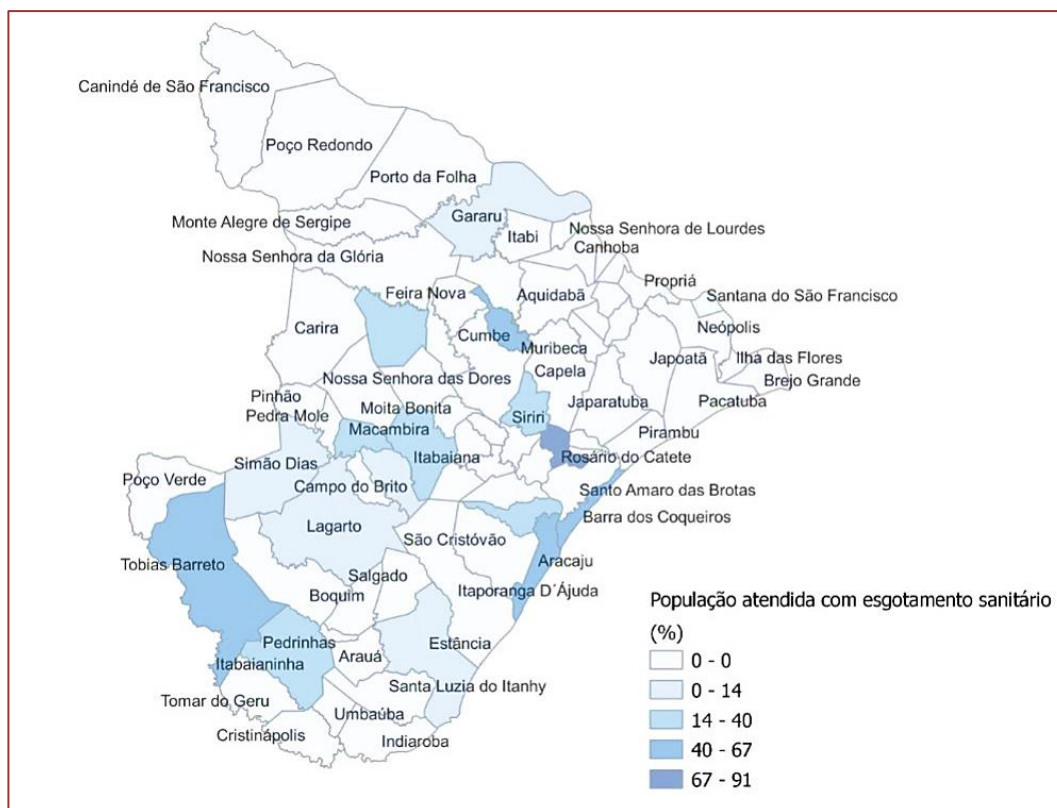
## **2.2. SANEAMENTO E HIGIENE ADEQUADA: O CENÁRIO NA VIDA DE MULHERES E MENINAS EM SITUAÇÃO DE VULNERABILIDADE**

A meta 6.2 do ODS 6 prevê a nível mundial que, até 2030, todos os países que compõem as Nações Unidas alcancem o acesso ao saneamento básico e higiene adequada, equitativos para todos, além de acabar com a defecação a céu aberto, com especial atenção para as necessidades das mulheres e meninas, e daqueles em situação de vulnerabilidade (IPEA, 2022), que estão mais sujeitas a sofrer e padecer com doenças e infecções originadas pela deficiência de água e de saneamento básico, além de objetivar a promoção de saúde e bem-estar para a população em geral (BVS, 2022).

Segundo a ANA (2022), no âmbito federal, o Brasil apresenta uma boa evolução com relação aos últimos anos, cerca de 72,2% da população brasileira utilizava o serviço de esgotamento sanitário de forma segura, em 2019. Entretanto, o percentual relacionado a esse indicador é justificado pela junção de três serviços essenciais como, tratamento do esgoto coletado, população atendida por rede coletora de esgoto e por fossas sépticas não ligadas a rede (ANA, 2022).

De acordo com o índice de desenvolvimento sustentável das cidades - Brasil (IDSC-BR) (IDSC-BR, 2020), os estados brasileiros enfrentarão um grande desafio para que os estados atinjam 70% na proporção da população que utiliza serviços de saneamento gerenciados de forma segura. No entanto, em Sergipe, até 2018, o índice era de apenas 65%, o que torna necessário um plano governamental que contemple as diversas famílias que enfrentam problemas que estão na base da manutenção de uma vivência estável. Além disso, apenas o município de Rosário do Catete, dentre os demais 75 municípios do estado, atende ao objetivo proposto pela meta 6.2 (esgotamento sanitário) do ODS 6 (Figura 3).



**Figura 3.** Indicadores para cumprimento do ODS 6 para o estado de Sergipe

Fonte: Informações extraídas do IDSC-BR (2020)

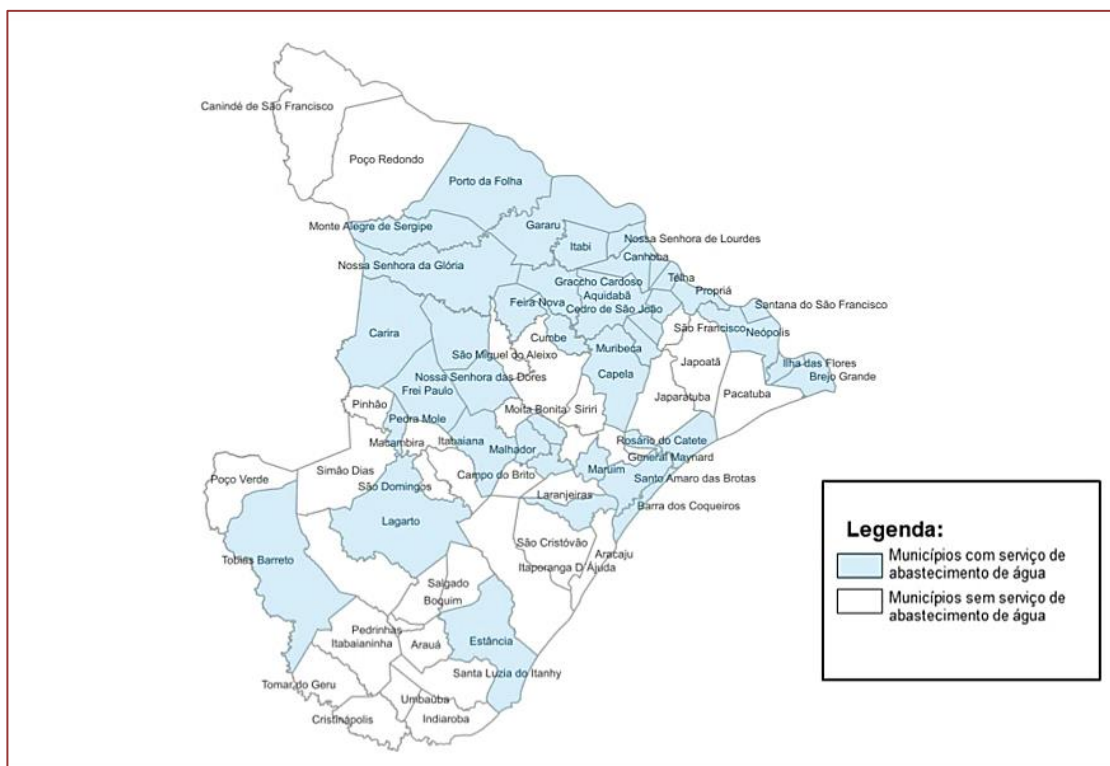
Para o estado de Sergipe, o índice apresentado encontra-se inferior ao esperado, com apenas 18,6% da população dispondo de acesso à água potável e 75,7% de pessoas que não dispõem do serviço de coleta de esgoto (PAINEL DE SANEAMENTO DO BRASIL, 2022). Dados que corroboram com o IDSC-BR, 2020, que apresenta uma avaliação dos progressos e desafios dos municípios brasileiros para o cumprimento da Agenda 2030, os índices relacionados ao estado de Sergipe, encontram-se abaixo do esperado. Apenas 41 municípios atendem a população com serviço de água tratada (Figura 4).

Segundo a associação brasileira de engenharia sanitária e ambiental (Abes) (ABES, 2019), a ausência de saneamento afeta grande parte da população brasileira, colocando em risco os índices de desenvolvimento profissional, escolar e regional, além de prejudicar a saúde. Nesse contexto, o Painel Saneamento do Brasil, afirma que a nível nacional, pessoas que residem em domicílio com saneamento têm desempenho escolar 1,7 vezes maior ao de pessoas que não têm acesso ao saneamento. Dado semelhante para o estado de Sergipe, onde o desempenho escolar das brasileiras que possuem serviços de saneamento é 1,8 vezes maior comparado ao das que não têm acesso ao serviço (PAINEL DE SANEAMENTO DO BRASIL, 2022). São problemas que afetam a todos, entretanto, acarreta problemas mais graves em meninas e mulheres.

Neste sentido, de acordo com o Unicef & OMS (2020), as pesquisas relacionadas ao saneamento evidenciam que mulheres e meninas são as mais prejudicadas com a falta de saneamento básico. O relatório, “O Saneamento e a vida da mulher brasileira” que aborda

a relação entre eles, revelou que a solução para esse problema seria a universalização dos serviços de saneamento, o que permitiria que mais de 18 milhões de mulheres deixassem de viver em condições de pobreza (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2019).

**Figura 4.** Indicadores da ODS 6, municípios que atendem a população com abastecimento de água



Fonte: Elaborado pelos autores, com base nos dados do IDSC-BR (2020).

Dado que corrobora com o relatório resumido da ONU, que afirma que a ausência de saneamento além de comprometer o desenvolvimento social e econômico, reduz o bem-estar dessa parcela da população, uma vez que a situação gera ansiedade, risco de agressão sexual e perda de oportunidades de educação e trabalho. Com a universalização dos serviços de saneamento, no estado de Sergipe, cerca de 353 mil mulheres sairiam das condições de pobreza (Instituto TRATA BRASIL, 2019; UNICEF & OMS 2020).

Deste modo, os impactos ocasionados pela falta de saneamento contribuem decisivamente para a qualidade de vida das brasileiras. Em 2022, esse transtorno afligiu cerca de 41,4 milhões da população feminina brasileira, que foram afetadas pela deficiência ou inexistência de coleta de esgoto. No estado de Sergipe, 674 mulheres, 25,2% da população feminina do estado, foi afetada pelo déficit do serviço (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2019; INSTITUTO TRATA BRASIL, 2022).

Segundo a UNICEF & OMS (2020), sem saneamento básico, as mulheres e meninas continuarão sofrendo de ansiedade, vergonha e medo enquanto tentarem encontrar um local seguro para urinar, defecar e cuidar da higiene menstrual. Em 2019, das 108 milhões de mulheres brasileiras, cerca de 21 milhões estavam abaixo da linha da pobreza e apresentaram precariedade nos serviços ligados ao esgotamento sanitário (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2019).

Em 2020, a falta de saneamento gerou implicações na renda mensal das brasileiras, que foi 66,7% inferior quando comparadas às demais mulheres que residem em casas com banheiro. Além disso, mulheres mais pobres têm um esforço econômico 16 vezes maior para conseguir comprar produtos de higiene pessoal (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2022).

Ainda com relação a esses indicadores, a falta de habitações sem banheiro ocasionou o atraso escolar de meninas em 3 anos, podendo ser justificado com a quantidade de horas de estudo comprometida (676 milhões de horas), devido ao afastamento acometido por doenças respiratórias e de veiculação hídrica (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2022). A incidência de afastamento por diarreia ou vômito na população feminina chegou a 316,4 casos por mil mulheres em 2019, no estado de Sergipe e a 560,8 casos por mil mulheres por afastamento de doenças respiratórias. O índice de incidência de mulheres internadas na rede SUS por doenças de veiculação hídrica é de 1.105 casos por mil mulheres (Instituto TRATA BRASIL, 2019).

No estado de Sergipe, em 2010, o número de pessoas que habitam em domicílios sem banheiro ou sanitário chegou a mais de 8 mil habitantes, ou seja, que defecam a céu aberto. A promoção desse serviço pode ajudar a diminuir em 1.650 por 100 mil mulheres os casos de óbitos de mulheres em razão das doenças de veiculação hídrica no estado de Sergipe (IBGE, 2010; INSTITUTO TRATA BRASIL, 2019).

### 2.3. QUALIDADE DA ÁGUA ANTES E APÓS O USO

Para garantir a universalização do saneamento é preciso aumentar o nível de qualidade das águas e, para tanto, combater a poluição. A lei federal 6.938 (1981) define poluição como a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:

- a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- c) afetem desfavoravelmente a biota;
- d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;
- e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos;

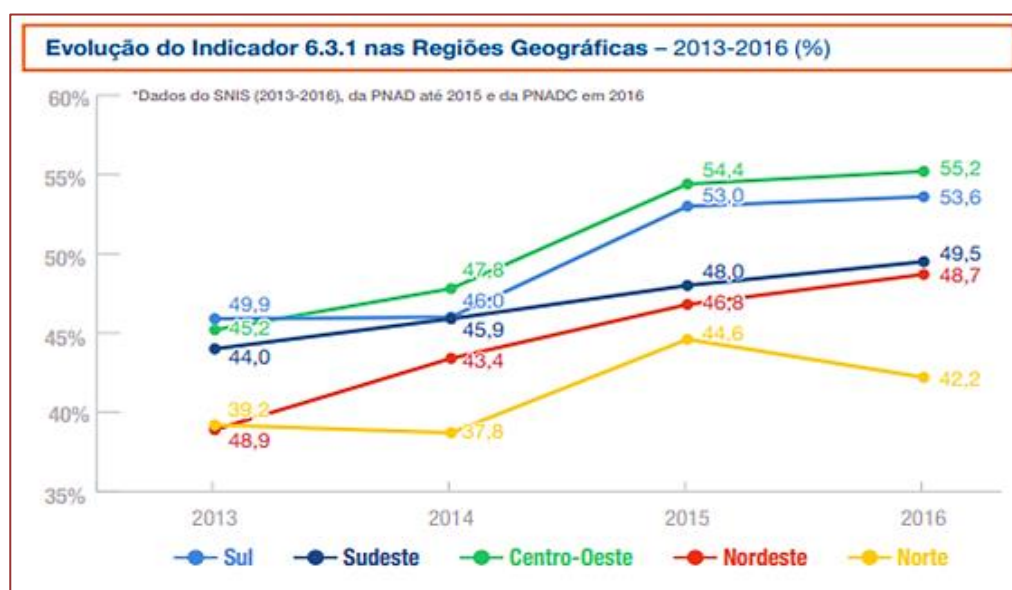
Agentes com potencial poluidor surgem no meio hídrico majoritariamente através de atividades antrópicas. A remediação dos efluentes gerados por pessoas e empresas, lançados nos corpos hídricos com ou sem tratamento, requer análise e monitoramento, bem como a articulação de ações para alcançar o objetivo final contido no ODS 6. Para tal, o item 6.3 dos ODS, foca no nível de tratamento do efluente gerado por fontes pontuais, esgotos domésticos e industriais, e fontes difusas, resíduos da agropecuária e de aterros sanitários, e dá atenção, também, para o comportamento das bacias hidrográficas, observando a qualidade dos seus corpos hídricos.

De acordo com a metodologia das Nações Unidas a qualidade da água é estimada a partir dos parâmetros: condutividade elétrica, oxigênio dissolvido (OD), nitrogênio inorgânico, nitrogênio total, fósforo total e pH. Este conjunto de parâmetros aponta as deficiências na qualidade da água. Para monitorar o progresso das medidas ao longo do tempo estão incorporados neste item dois indicadores: 6.3.1- Proporção de águas residuais tratadas de forma segura e 6.3.2 - Proporção de corpos hídricos com boa qualidade ambiental.

O relatório ODS 6 no Brasil, visão da ANA sobre os indicadores, publicado no Distrito Federal em 2019 fornece dados em série histórica e comparando diferentes regiões, como demonstrado na Figura 5. Este relatório aponta que, quanto ao uso de fossas, estão indisponíveis dados quanto a coleta de efluentes de fossas no Brasil, sendo consideradas apenas as fossas sépticas (presentes e relevantes no meio rural e em áreas de dispersa urbanização).

É destaque também que, no Brasil, 58,3% da proporção de águas residuais domésticas é tratada de forma segura, no entanto, esse dado engloba dados de outras fontes geradoras de efluente. Já para a proporção de corpos hídricos com boa qualidade ambiental da água, o indicador apresenta 77,5%, quantificando a porcentagem de corpos d'água de boa qualidade, incluindo rios, reservatórios e águas subterrâneas (IBGE, 2022).

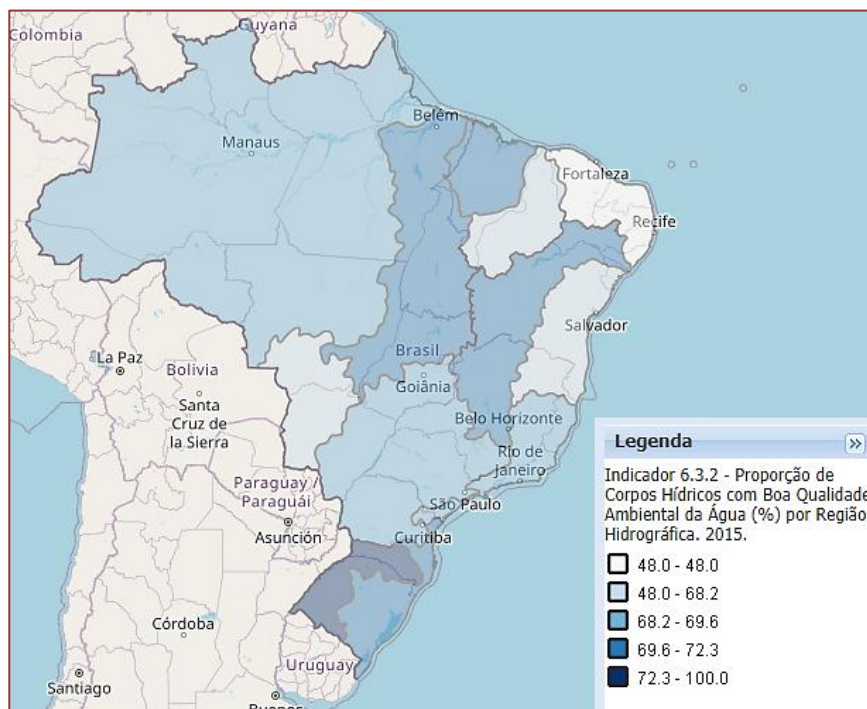
**Figura 5.** Avanço do tratamento de efluentes em diferentes regiões brasileiras



Fonte: ANA (2019).

Recentemente a plataforma governamental brasileira associada à ONU determinou o indicador 6.3.1 no estágio “concluído”. Em sua ficha metodológica consta como objetivo: quantificar o volume dos esgotos gerados que recebem tratamento, evitando seu lançamento in natura nos corpos hídricos. É mensurado pela porcentagem de efluentes domésticos e de atividades econômicas que recebe tratamento seguro. Este indicador baseia-se em informações fornecidas pelo IBGE, ANA e Ministério do Desenvolvimento Regional, sendo formado por três componentes: tratamento de águas residuais de origem doméstica, tratamento de águas residuais provenientes de indústrias e tratamento das águas residuais totais provenientes de fontes pontuais (indústrias, irrigação, criação de animais, domicílios e serviços).

Para o indicador 6.3.2 há também uma base organizada e publicada pela Agência Nacional de Águas em parceria com o IBGE. A Figura 6 apresenta os dados obtidos pela Agência Nacional de Águas e Saneamento em sua Plataforma Geográfica Interativa (PGI).

**Figura 6.** Visualização da proporção relativa à qualidade entre corpos hídricos

Fonte: Plataforma Geográfica Interativa do IBGE (2022).

Levando em consideração os padrões definidos pela Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 357/2005 para a classe 2, em 2015, 69,3% dos corpos hídricos analisados possuíam boa qualidade. Este dado foi levantado pela análise de 198.034 registros obtidos do monitoramento realizado pela ANA (Rede Hidrometeorológica Nacional) e Unidades Federativas (UF) por meio de redes próprias e Qualiágua efetuado em 3.315 estações, para os parâmetros pH, OD, condutividade elétrica, nitrogênio amoniacal e fósforo total. A bacia hidrográfica do rio Sergipe ficou classificada na faixa de 69,6% a 72,3%, enquanto todas as outras bacias sergipanas e seus corpos hídricos enquadraram-se na faixa de 48% a 68,2%.

Associado aos estudos e promoção da melhoria de eficiência dos tratamentos de efluentes, é imprescindível gerenciar os usos múltiplos da água, visando não apenas oferecer a quantidade e a qualidade exigida pelos usuários, mas preservar e harmonizar os campos da saúde, a segurança hídrica universal e a defesa dos ecossistemas terrestres (RABELO, 2021).

Mesmo dispondo abundantemente de recursos hídricos, há um desafio frente às dimensões do Brasil e a distribuição desigual destes recursos. A Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2019) aponta que “enquanto 80% dos recursos hídricos se concentram na Amazônia, que ocupa 45% do território brasileiro, em outros 13% da área do País existem regiões semiáridas, com rios intermitentes, e sujeitas a longos períodos de secas.” Impacta também no uso da água a desigualdade na distribuição da densidade demográfica no território brasileiro, exigindo da governança estratégias específicas e regionais para a mitigação do vazio espacial entre oferta e demanda por recursos hídricos (DANELON SPOLADOR & KUMBHAKAR, 2021).

## 2.4. IMPLEMENTAR A GESTÃO INTEGRADA DOS RECURSOS HÍDRICOS

A Gestão Integrada dos Recursos Hídricos é o objetivo 6.5 do ODS 6, onde destaca-se como necessária a ampla integração em todos os níveis. Inicialmente, conceitua-se sobre ferramentas e implementação de gestão integrada dos recursos hídricos (Girh); a segunda etapa trata dos instrumentos e condições para implementação da Girh e seu acolhimento; a terceira etapa apresenta as possíveis contribuições e desafios a serem enfrentados para efetivação de uma Girh; e como última etapa, reflexão e ponderações finais a respeito das concepções futuras para ampliação e concretização da Girh de forma dissociada, mútua e adaptada, especialmente na estrutura relacionada a pesquisa, inovação, desenvolvimento e informação.

É recente a tentativa de normatização ou conceituação de gestão integrada dos recursos hídricos, a princípio a notabilidade dos problemas ambientais no planeta são decorrentes das últimas décadas do século XX, nos países desenvolvidos esse despertar é na década de 60 e no Brasil na década de 80 nos estados de São Paulo e Ceará (CAMPOS, 2013).

A *Global Water Partnership (Integrated...,2000, p.22)*, apresentou o conceito de Girh como:

[...] um processo que promove o desenvolvimento e a gestão coordenados da água, das terras e dos recursos relacionados, de forma a maximizar o bem-estar social e econômico resultante de modo equitativo e sem comprometer com a sustentabilidade dos ecossistemas vitais.

Para implementação de um plano de gestão integrado, se faz necessário a formação de legislação e políticas públicas, diretrizes e metas de gestão definidas e infraestrutura regulada e equipada, onde o papel de cada ator seja integrado e bem definido. Ademais, é necessária a participação da sociedade, a regulação e avaliação dos recursos de gestão e aplicabilidade na área de interesse - as bacias hidrográficas.

O critério de treinamento e capacitação de todos os setores precisam ser detalhados e seguidos, além de frequentemente melhorados. Uma metodologia avaliativa precisa ser aplicada e medida, o progresso ou declínio das metas adotadas e seus efeitos tratados como forma de gerenciamento preventiva, preditiva e/ou corretiva.

No Brasil o alicerce legislativo tem início com a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) instituída pela Lei 9.433/97, reconhecida como Lei das Águas. Esta lei adota a bacia hidrográfica como a unidade territorial de gestão de águas e o comitê de bacia hidrográfica como o seu órgão gestor (TOTTI, 2005), e estabelece que:

- a. a água é um bem de domínio público;
- b. a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;
- c. em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;
- d. a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;
- e. a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da PNRH e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh);

- f. a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do poder público, dos usuários e das comunidades;

Logo, a criação do Singreh, fornece o caráter participativo, integrado e descentralizado, onde direciona e une a gestão federal a gestão dos estados, estabelece a formação dos comitês, onde têm a participação de todas as esferas de governo (união, estado e municípios) e a sociedade civil, mostrando seu formato participativo e integrado.

Dando continuidade à Lei nº 9.433/97, ela estabelece dentro do PNRH os instrumentos de gestão:

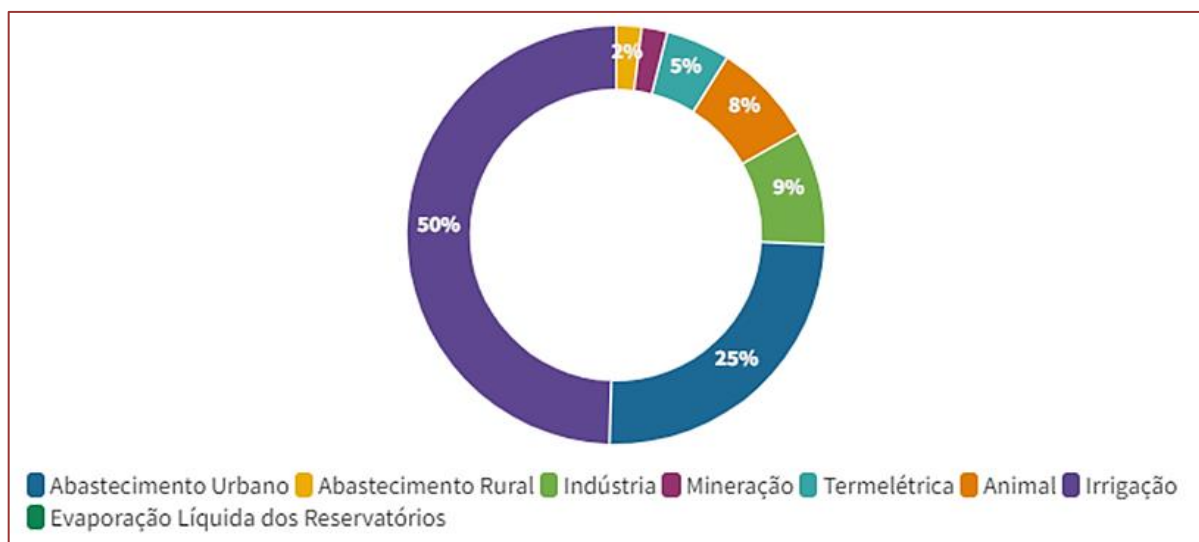
- Os Planos de Recursos Hídricos;
- O enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água;
- A outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;
- A cobrança pelo uso de recursos hídricos;
- A compensação a municípios;
- O Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos;

E também constitui o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh), onde integram:

- O Conselho Nacional de Recursos Hídricos;
- A Agência Nacional de Águas;
- Os Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal;
- Os Comitês de Bacia Hidrográfica;
- Os órgãos dos poderes públicos federal, estaduais, do Distrito Federal e municipais cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos;
- As Agências de Água;

Com isso se mostra importante um sistema de informações e compartilhamento de dados, se afirmando como importante instrumento de gestão integrado. Este instrumento fornece o acesso à informação a todas as esferas, ou seja, estabelece as premissas delineadas previamente: Legislação, metas, infraestrutura, participação descentralizada (união, estado, município, sociedade), regulação e avaliação por bacia hidrográfica, capacitação e cobrança e avaliação da gestão integrada.

Apesar de toda estruturação definida pela Lei nº 9.433/97, veremos ao longo desses 25 anos as contribuições e desafios vindouros. Obtivemos muitos avanços, inclusive na criação da Agência Nacional das Águas (ANA), pela lei nº 9.984 em 2000, formada como órgão gestor responsável pela integração da gestão dos recursos hídricos, integrando assim o Singreh. Com informações compartilhadas pela agência, podemos mostrar o cenário atual (Figura 7) do consumo desse recurso no Brasil (CONJUNTURA, 2021).

**Figura 7.** Usos Consuntivos Setoriais e Evaporação Líquida no Brasil em 2020

Fonte: Agência nacional das águas e saneamento básico (CONJUNTURA, 2021).

Destaque para a agricultura, responsável por 50% do total de retirada de água, mostrando claro impacto sobre o recurso hídrico. O relatório informa ainda que nas últimas duas décadas a retirada para irrigação foi responsável por um aumento de 640 para 965 m<sup>3</sup>/s – Essa pujança mostra o potencial de crescimento de demanda para os próximos anos pela força do agronegócio no país. Tendo em vista fatores de mudança climática, existe uma tendência de acelerar alguns usos, principalmente na agropecuária e agroindústria, estimando um acréscimo de 15% em 2040, levando em conta já a tendência de crescimento (CONJUNTURA, 2021).

Nesse sentido, o conflito entre usuários, demanda ambiental e órgão gestor demonstra um enorme desafio para a Girh. O aprimoramento dessas relações precisa ser discutido, aprimorado e integrado. O enfoque ambiental precisa ser mostrado como essencial para renovação e melhor uso do recurso hídrico.

A busca por integração dos indicadores econômicos e a agenda ambiental é fundamental para fatores como: sustentabilidade, capacidade e suporte dos ecossistemas de forma a atingir objetivamente uma gestão sustentável e integrada. Outro aspecto importante é a gestão da demanda, sempre correlacionado com a gestão ambiental são fatores que buscam o uso racional, a redução de perdas e controle do gasto.

Um outro grande desafio é a atuação dos comitês de bacias, pois a falta de recurso, dificuldade operacional e falta de representatividade, tornam suas atuações pouco produtivas. Assim apenas as bacias economicamente importantes conseguem visibilidade na gestão integrada dos recursos hídricos.

Com as informações apresentadas sugere-se que as contribuições e desafios frente a gestão dos recursos hídricos abre um leque de possibilidades de atuação em pesquisa, para melhoria da Girh. O arcabouço legal estabelece um sistema robusto e operacional, entretanto, os desafios dos comitês e definição de distribuição de demandas mostram a necessidade de um maior diálogo e estudo de caso.

Já o Snirh, como um veículo de informação, também abre uma gama de possibilidade para pesquisa e transferência de tecnologia. A possibilidade de uma maior visibilidade pela



sociedade civil, usuários em geral, atividade agropecuária, gestores das esferas governamentais e pelo ministério público deveriam ser mais eficientes.

O compartilhamento da atuação e funcionamento de uma bacia hidrográfica, as ferramentas de gestão, o manejo na agropecuária e na indústria poderia atuar como facilitador das políticas de gestão, fortalecendo e aprimorando a participação da sociedade civil e conseqüentemente operacionalizando os comitês de bacias.

## 2.5. PROTEÇÃO E RESTAURAÇÃO DOS ECOSISTEMAS

Para garantir a disponibilidade e a gestão sustentável da água potável e do saneamento para todos, é imprescindível a proteção e restauração dos ecossistemas relacionados com a água, incluindo montanhas, florestas, zonas úmidas, rios, aquíferos e lagos (ONU, 2022). Nesse contexto, o estado de Sergipe apresenta retrocessos e avanços conservacionistas sobre os biomas e ecossistemas no estado.

Ao longo das últimas décadas, ocorreu desmatamento sistêmico, especialmente no semiárido sergipano, onde áreas cobertas por florestas foram afetadas pela expansão das áreas agrícolas, pastagens e solos expostos com aumento das áreas de desertificação (FERNANDES *et al.* 2015; 2020; 2021). Apenas 13% do território sergipano é coberto por florestas naturais, e somente 11% da área total dos mananciais é ocupada por florestas (SFB, 2017). A diminuição dos fragmentos florestais afeta negativamente a qualidade e disponibilidade dos corpos d'água nas bacias hidrográficas (SFB, 2017; FERNANDES *et al.* 2020). Para proteger e restaurar os ecossistemas em Sergipe, a criação de Unidades de Conservação (UC) foi importante para preservação de nascentes e restauração de matas ciliares (Figura 8). O estado de Sergipe possui 8 UC de proteção integral, e 15 UC de uso sustentável (Tabela 1).

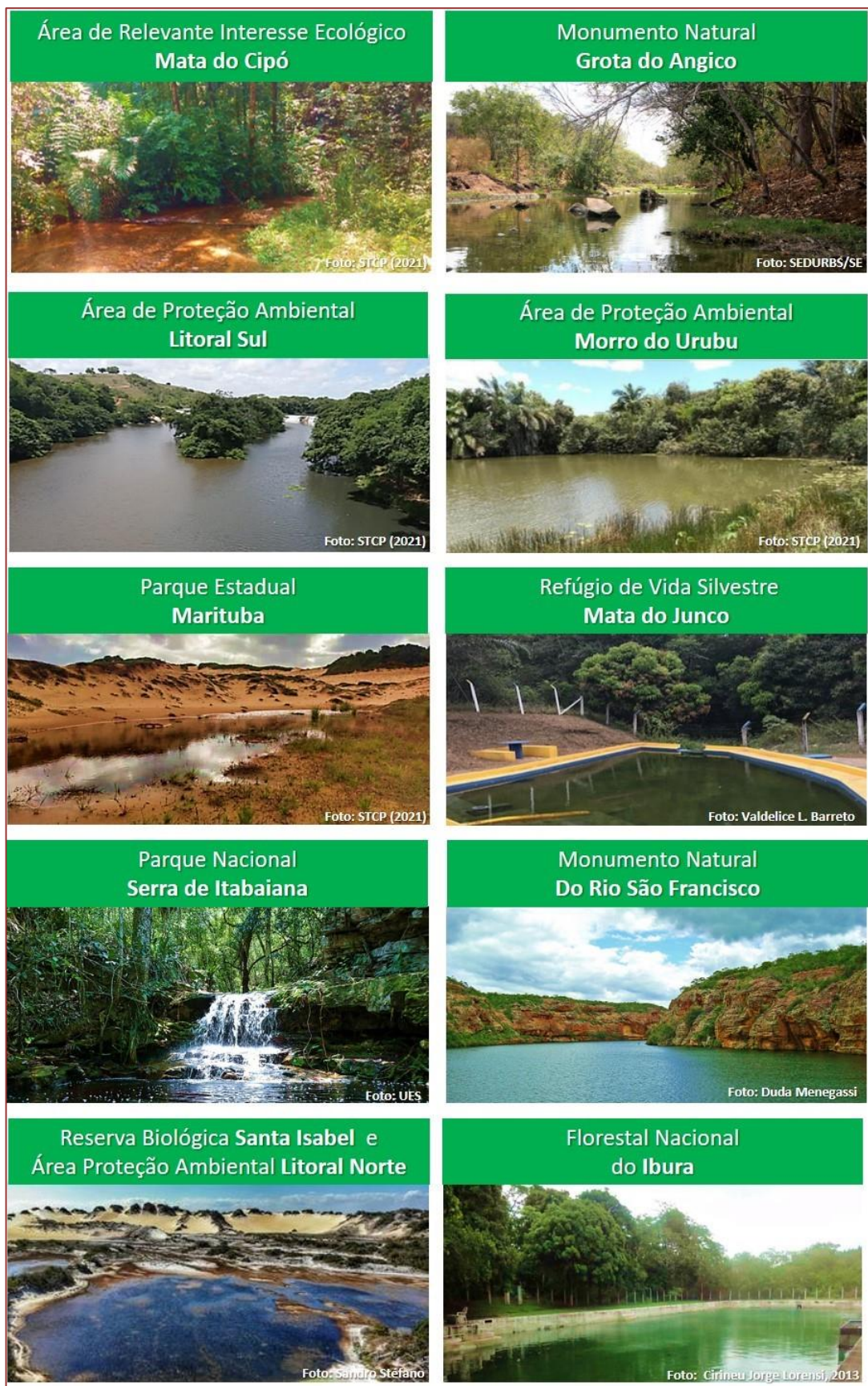
**Tabela 1.** Principais Unidades de Conservação e suas bacias hidrográficas

Unidade de Conservação	Área Protegida (ha)	Bacia hidrográfica
Monumento Natural do Rio São Francisco	6.637,78	Rio São Francisco
Monumento Natural da Grota do Angico	2.248,00	Rio São Francisco
Reserva Biológica Santa Izabel	4.109,88	Rio São Francisco
Parque Municipal Natural Lagoa do Frio	277,21	Rio São Francisco
Área de Relevante Interesse Ecológico Mata do Cipó	59,60	Rio Japarutuba
Reserva da Vida Silvestre Mata do Junco	894,60	Rio Japarutuba
Parque Municipal Natural do Poxim	173,20	Rio Sergipe
Área de Proteção Ambiental Morro do Urubu	213,70	Rio Sergipe
Parque Estadual do Marituba	1.754,44	Rio Sergipe
Parque Nacional Serra de Itabaiana	8.024,79	Rio Sergipe
Floresta Nacional do Ibura	144,14	Rio Sergipe
Área de Proteção Ambiental Litoral Sul	48.095,17	Maior parte Rio Real/Piauí
Área de Proteção Ambiental Litoral Norte	46.145,39	BHSE e BHJA
RPPN*	1.400,17	Maior área no BHRP, BHVB

\*Soma das áreas de todas as RPPN (Reserva Particular do Patrimônio Natural)

Fonte: SFB, 2017; ICMBio, 2022; SEDURBS, 2022; MMA, 2022.

**Figura 8.** Principais Unidades de conservação em Sergipe



Fonte: SEDURBS, 2022.

Apesar do estado possuir 8 bacias hidrográficas, todas as UC de proteção integral estão distribuídas ao longo do território nas bacias hidrográficas do Rio São Francisco (BHSF), Rio Japarutuba (BHJA) e Rio Sergipe (BHSE). Destacando-se, a criação do Parque Estadual do Marituba para proteção do ecossistema costeiro, especialmente área do maior aquífero subterrâneo do estado (SERGIPE, 2020). Além das UC, aproximadamente 1 milhão de mudas de espécies nativas da Caatinga e Mata Atlântica foram plantadas ao longo dessas 3 bacias hidrográficas (BHSF, BHJA e BHSE), objetivando o reflorestamento das matas ciliares, proteção de nascentes e recuperação de áreas degradadas (FILHO *et al.* 2022).

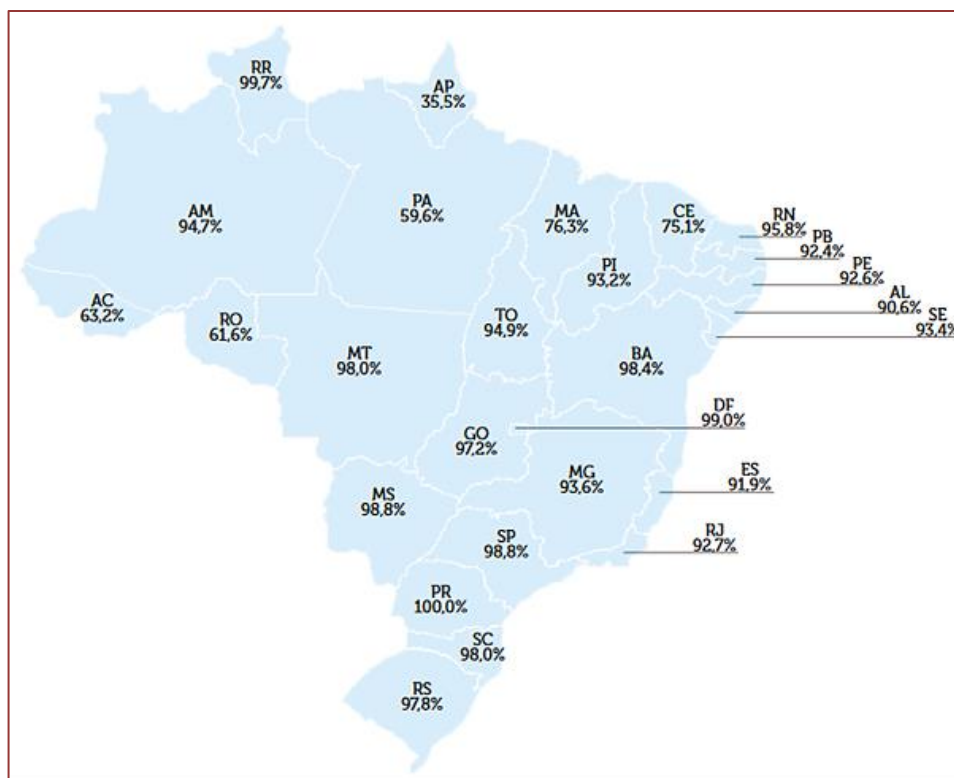
No entanto, é urgente a criação de UC de proteção integral e políticas públicas para reflorestamento e recuperação de matas ciliares nas bacias hidrográficas do Rio Vaza-Barris (BHVZ); Rio Real/Rio Piauí (BHRP); e Caueira/Abais (BHCA). Isso porque, essas bacias hidrográficas possuem unidades hídricas, ex.: Piauitinga, Traíras, Itamirim, Jabiberi, com vários mananciais e pouca cobertura florestal, abaixo dos 9% nesses territórios (SFB, 2017). Resultado esse, potencializado ao longo dos anos, devido ações antrópicas no uso e cobertura dos solos (desmatamento), principalmente na expansão da agroindústria e pastagens para criação de bovinos (BARBOSA *et al.* 2019).

## **2.6. COOPERAÇÃO À CAPACITAÇÃO PARA DESENVOLVIMENTO EM ATIVIDADES E PROGRAMAS RELACIONADOS À ÁGUA E SANEAMENTO**

No Brasil, o índice relacionado ao abastecimento de água com redes públicas é de 84,1%, já quando analisado esse abastecimento voltado ao atendimento urbano esse índice é acrescido para 93,4%. O estado de Sergipe (Figura 9) corresponde ao mesmo valor do índice nacional (93,4%). Quando esses valores são comparados aos índices de tratamento de esgoto, é observada uma discrepância em relação a porcentagem de atendimento, atingindo 55% da população total e 63,2% da população urbana e, do total que é coletado, 79,8% são tratados. Sergipe alcança um índice de atendimento urbano com redes de esgoto de 32,5% e, 26,5% de esgoto tratado (Figura 10) (SNIS, 2020).

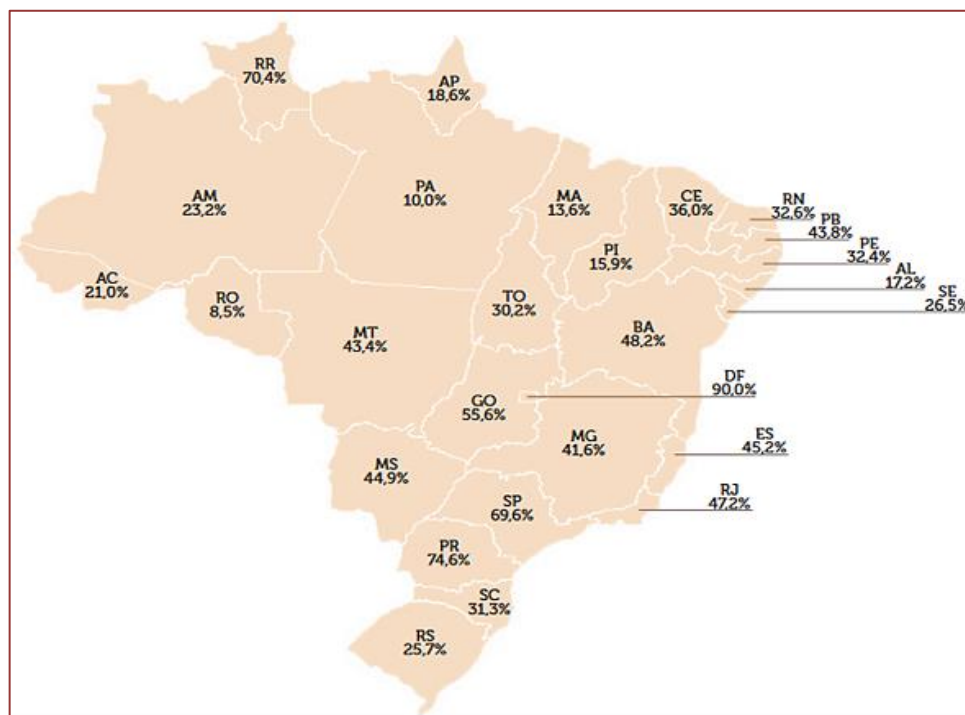
Os valores em relação a cobertura de atendimento de esgoto tratado (Figura 10) se mostram preocupantes em todos os estados brasileiros, Sergipe, embora seja um estado pequeno quando comparado aos demais, tem índice de tratamento de esgoto abaixo da média nacional. Situação preocupante, uma vez que existe relação direta entre as doenças de veiculação hídrica como uma das principais causa de morte em crianças, perdendo apenas para as doenças respiratórias.

**Figura 9.** Índice de atendimento urbano com rede de água nos estados



Fonte: SNIS (2020).

**Figura 10.** Porcentagem de tratamento de esgoto gerado em cada estado



Fonte: SNIS (2020).

Além de uma alta demanda de políticas públicas que favoreçam o aumento desses índices, o desenvolvimento de tecnologias ambientalmente corretas de tratamento pode ajudar a melhorar esse cenário. Melhorias nas condições sanitárias contribuem efetivamente na redução ou erradicação de diversas doenças, por sua vez, a ausência destas condições em conjunto com a aglomeração humana em determinadas regiões favorece o surgimento e proliferação de diversas doenças. Portanto, alternativas tecnológicas de baixo custo, se revelam como meios interessantes de melhoramento dos índices atuais (SILVA, 2014).

Uma tecnologia que se mostra eficiente, diante das características da região nordeste, é a utilização de fossas verdes. Esta tecnologia apresenta baixo custo e boa aplicabilidade principalmente em ambientes rurais, onde o tratamento de esgoto tem maior dificuldade de ser ofertado. Neste tratamento, previne-se o aparecimento de animais indesejáveis, insetos ou animais peçonhentos, aparecimento de doenças, mau odor, podendo ainda cultivar espécies frutíferas. É uma tecnologia limpa, que proporciona saúde, qualidade de vida e educação ambiental (SILVA, 2014).

## **2.7. APOIAR E FORTALECER A PARTICIPAÇÃO DAS COMUNIDADES LOCAIS, PARA MELHORAR A GESTÃO DA ÁGUA E DO SANEAMENTO**

As discussões sobre a importância da preservação da água têm se ampliado com o passar dos anos, principalmente voltadas para o setor urbano, pelo fato de ser um recurso natural fundamental para a manutenção da vida (PIROLI e ÁVILA, 2021). É crescente os diversos impactos que afetam diretamente a qualidade da água, apesar de ser fundamental para realização de atividades industriais, geração de energia elétrica e principalmente para o atendimento da população (TUNDISI, 2006). A falta de gestão e as dificuldades no atendimento às políticas estaduais de recursos hídricos e saneamento, assim como de sustentabilidade socioambiental, contribuíram para a crise hídrica que está inserida na crise social no atual modo capitalista de produção (NETO, 2016).

Dentre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), o ODS 6 busca garantir a gestão e disponibilidade de água sustentável e saneamento para todos, além disso, concentra-se no reconhecimento da importância da participação da comunidade (ODS 6b), pelo fato de que as comunidades podem impactar e afetar o sucesso dos projetos de água, saneamento e higiene, ou seja, uma oportunidade de engajar as comunidades como mecanismo, através de políticas e procedimentos (LANSBURY *et al.* 2016).

Para que os serviços de água e saneamento sejam disponibilizados para população mundial é necessário metas que busquem ações para que de fato se obtenha êxito, isso ocorre pelo fato de que, embora a população tenha acesso, não é de forma adequada devido à sua qualidade (YAMAMOTO *et al.* 2020). As diferentes fases de tomadas de decisões estão associadas aos diferentes níveis de participação social, principalmente quando há complexidade na solução dos problemas (VEIGA, 2007).

A unidade territorial para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos é a Bacia Hidrográfica, diante disso, adicionam os Comitês de Bacias Hidrográficas, em que é formado por representantes de órgãos e entidades públicas, assim como os representantes da sociedade civil e os usuários das águas (BRASIL, 2002). A discussão, sobre os interesses sobre o uso da água na bacia hidrográfica, assim como as regiões territoriais delimitadas e por diversos cursos d'água, é realizada através do Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH), composto por todas as partes representantes dos múltiplos interesses com relação à bacia (SANTOS *et al.* 2015). Com isso, há possibilidade de

estabelecer, de forma coletiva, um conjunto de regras debatida de forma democrática e com transparência no processo decisório, diminuindo conflitos (BRASIL, 2011).

A organização da comunidade para participar da gestão da bacia hidrográfica foi um dos requisitos da Gestão Integrada dos Recursos Hídricos (GIRH), lançada pela Associação Mundial de Água, no ano 2000 (PADILLA *et al.* 2013). O fato de participar de um comitê de Bacia Hidrográfica, no sistema de gestão de água, significa um compromisso ético diante de todos que nela possuem interesse e desenvolve atividades com o intuito de criar soluções negociadas e resultados compartilhados (GRANZIERA, 2007).

A Lei nº 9.433/1997 estabelece a descentralização da gestão de água, tornando-se participativa, com isso, é preciso compreender os pilares teóricos quando é abordado sobre a participação social na gestão de recursos hídricos, pois a participação social existente ocorre num âmbito representativo e deliberativo (LEAL *et al.* 2011). A participação social estimula movimentos que têm estabelecidos importantes comunicações e monitoramento, levando o ODS para o conhecimento e entendimento de diferentes populações, para que ocorra uma cobrança dos governantes a colocar em prática os compromissos retoricamente assumidos, como por exemplo, com a Agenda 2030 (FREY *et al.* 2020).

A gestão participativa, no âmbito das ações estruturantes, envolvendo a diversidade de interesses e conhecimento tecnicamente aceito e os conhecimentos territorializados construídos ao longo do tempo tem sido considerado como um desafio, destacando os valores individuais e coletivos (FARIA *et al.*, 2021). Apesar de controversos, os impactos das práticas participativas na tomada de decisões, demonstram melhoria para a cidadania com uma nova qualidade através da criação de direitos e espaços no âmbito da participação sociopolítica (FIGUEIREDO; MAROTI, 2011).

No Brasil destacou-se a necessidade da participação social, devido ao último processo constituinte (1986-1988), onde foi incorporado como diretriz de diversas políticas, dentre elas a de recursos hídricos (SOUZA, 2017). Através de eleição de parte dos membros que compõem o comitê de bacia entre as pessoas que fazem parte da comunidade e usuários, a capacidade decisória e à participação da sociedade civil na gestão integrada da água no Brasil é formalmente garantida, havendo maior probabilidade que os interesses da comunidade sejam atendidos (PADILLA *et al.* 2013).

O estado de Sergipe, a partir da Resolução nº25/2015 do CONERH, deixou de possuir seis bacias hidrográficas e passou a conter oito, no entanto, se tratando de comitê de bacias, atualmente o estado possui três comitês estaduais (Comitês das Bacias Hidrográficas dos rios Piauí, Sergipe e Japarutuba) e um interestadual (Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco), em que possuem participação da comunidade (ROCHA *et al.* 2022). Esses comitês desenvolvem atividades e discussões, contribuindo para o fortalecimento do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos e a potencialização da participação dos atores sociais na criação de políticas públicas na gestão de recursos hídricos, posteriormente é encaminhado as propostas aos órgãos públicos responsáveis (SANTOS, 2015).

Desde a vigência da considerada Lei das Águas (Lei Federal nº 9.433, de 08/01/1997), há a criação e participação do Estado em quatro comitês de bacias hidrográficas, no entanto, segundo a norma, todas as bacias hidrográficas devem aderir à gestão descentralizada por meio do comitê, o que ainda não acontece em Sergipe (ROCHA *et al.* 2022). Após a aprovação de comitês de bacia hidrográfica, para iniciar sua atuação, há uma dependência de instituição por Decreto do Governo, no entanto, é necessário fortalecimento dentro da

sociedade civil, através da existência de uma gestão participativa e descentralizada (CARVALHO, 2010; ROCHA *et al.* 2022).

Em cumprimento da agenda 2030, as metas se articulam em prol da gestão integrada entre sociedade, Estado e mercado, objetivando ampliar a cooperação e o apoio internacional aos programas relacionados à água e o saneamento básico, buscando formas para que ninguém seja deixado para trás (YAMAMOTO, PEREIRA, ALCÂNTRA, 2020). A incorporação de boas práticas, o compartilhamento de ideias, assim como a conscientização da população são ferramentas importantes para uma gestão hídrica sustentável (ROCHA *et al.* 2022).

Levando em conta todo o supracitado, fica explícita a necessidade de prevalência dos interesses públicos sobre os particulares, dada a essencialidade da água e a multiplicidade de seus usos para a vida, faz-se necessária uma gestão participativa e descentralizada deste recurso (ROCHA; KHOURY; DAMASCENO, 2017).

### 3. CONSIDERAÇÕES

Diante do exposto, as metas apresentadas no ODS 6 constituem-se de um mosaico no qual apresenta as demandas sociais, econômicas e ecológicas que visam a busca por um ambiente menos agredido e que gere o mínimo de impacto a vida social, contribuindo para os níveis de desigualdade e melhorando as condições de vida. Neste sentido, para o cumprimento da Agenda 2030 deve-se ter conhecimento multidisciplinar sobre as diversas áreas para que a concretização dos direitos humanos seja alcançada.

Assim, o estudo acerca dos objetivos abordados no ODS 6 para o estado de Sergipe aponta inconstâncias de um futuro igualitário para a população. Os gestores das cidades devem através de parcerias público-privadas ou políticas públicas buscar soluções para melhorar as condições de saneamento para que haja um vislumbre do que objetiva o ODS 6 e que o estado de Sergipe possa apresentar crescimento social, econômico e ecológico.

Sendo assim, para que os objetivos da meta sejam atingidos, deve-se dar prioridade aos serviços de saneamento, pois o déficit no estado de Sergipe atinge principalmente pessoas em situação de vulnerabilidade, contribuindo para carência de serviços ligados principalmente a saúde e educação, que são indicadores comumente associados aos índices de pobreza.

### REFERÊNCIAS

- [1] ANA (2020). Agência Nacional de Águas (Brasil). Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2020: relatório anual. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Brasília: ANA.
- [2] BARBOSA, A. M. F.; OLIVEIRA, A. R.; SILVA, L. C. S.; MELO E SOUZA, R.; SANTOS, S. S. C. Bacias hidrográficas e os conflitos pelos usos das águas no estado de Sergipe. *Confins [En ligne]*, v. 40 2019. DOI: <https://doi.org/10.4000/confins.20493>
- [3] BORDALO, C. A. L. (2012). A “crise” mundial da água vista numa perspectiva da geografia política. *GEOUSP: Espaço e Tempo*, 16(1), 66-78. <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2012.74270>
- [4] BRASIL. (1981). Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. 1981
- [5] BRASIL. (1997). Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º. da Lei Nº 8.001, de 13 de março de 1990, que

modificou a Lei No 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9433.html](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.html). Acesso em 29. out. 2022

- [6] BRASIL. Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente (SRH/ MMA). Política Nacional de Recursos Hídricos – Legislação. Edição 2002.
- [7] BRASIL. (2007). Lei nº 11. 445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico. Brasília/DF; 2007. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/L11445compilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/L11445compilado.htm). Acesso em: 07 de out. de 2022.
- [8] BRASIL. (2007). Lei nº 14.026 de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico. Brasília/DF; 2020. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2019-2022/2020/Lei/L14026.htm#art7](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Lei/L14026.htm#art7). Acesso em: 07 de out. de 2022.
- [9] BRASIL. Agência Nacional de Águas. O comitê de bacia hidrográfica: O que é e o que faz? Brasília: SAG, 2011.
- [10] BRASIL. (2017). Atlas de saneamento - Abastecimento de água e esgoto sanitário. Disponível em: [https://www.ibge.gov.br/apps/atlas\\_saneamento/#/home/](https://www.ibge.gov.br/apps/atlas_saneamento/#/home/). Acesso em: 31 de out. de 2022.
- [11] BRENNER, E. M.; JESUS, D. M. N. Manual de planejamento e apresentação de trabalhos científicos. São Paulo, Atlas, 2007.
- [12] BVS. Eliminar a defecação ao ar livre. Biblioteca Virtual em Saúde, Vitrines do Conhecimento. 2022. Disponível em: [https://bvsa.org/vitrinas/post\\_vitrinas/eliminar-a-defecacao-ao-ar-livre/](https://bvsa.org/vitrinas/post_vitrinas/eliminar-a-defecacao-ao-ar-livre/). Acessado em: 28 de out. de 2022.
- [13] CAMPOS, José Nilson Bezerra. A GESTÃO INTEGRADA DOS RECURSOS HÍDRICOS: uma perspectiva histórica. Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 111, 27 mar. 2013. Revista GESTA. <http://dx.doi.org/10.17565/gesta.v1i1.7109>.
- [14] CARVALHO, M. E. S. A questão hídrica na bacia sergipana do rio Vaza Barris. São Cristóvão, Tese (Doutorado em Geografia) – Núcleo de Pós Graduação em Geografia, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal de Sergipe, 2010.
- [15] CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Disponível em: [http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLUCAO\\_CONAMA\\_n\\_357.pdf](http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLUCAO_CONAMA_n_357.pdf). Acesso em: 31 de out. de 2022.
- [16] CONJUNTURA dos recursos hídricos no Brasil 2021: relatório pleno. Brasília, DF: Agência Nacional de Águas, 2021. Disponível em: [https://www.snrh.gov.br/portal/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjuntura\\_2021\\_pdf\\_final\\_revdirrec.pdf](https://www.snrh.gov.br/portal/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjuntura_2021_pdf_final_revdirrec.pdf). Acesso em: 09 out 2022.
- [17] DSS. Quase 16 milhões de pessoas ainda defecam ao ar livre na América Latina e no Caribe. Determinantes Sociais de Saúde, 2020. Disponível em: <https://dssbr.ensp.fiocruz.br/quase-16-milhoes-de-pessoas-ainda-defecam-ao-ar-livre-na-america-latina-e-no-caribe/>. Acessado em: 28 de out. de 2022.
- [18] FARIA, K. M. S.; TRINDADE, S. P.; SANTOS, R. L.; BATISTA, J. G. Planejamento e desenvolvimento sustentável em bacias hidrográficas. Cegraf UFG, 2021.
- [19] FERNANDES, M. M.; CEDDIA, M. B.; FRANCELINO, M. R.; FERNANDES, M. R. de M. Diagnóstico ambiental da faixa ciliar e qualidade de água de duas microbacias utilizadas para abastecimento humano. IRRIGA, [S. l.], v. 20, n. 1, p. 128–138, 2015. DOI: 10.15809/irriga.2015v20n1p128.
- [20] FERNANDES, M. M.; FERNANDES, M. R. M.; GARCIA, J. R.; MATRICARDI, E. A. T.; ALMEIDA, A. Q. A.; PINTO, A. S.; MENEZES, R. S. C.; SILVA, A. J.; LIMA, A. H. S. Assessment of land use and land cover changes and valuation of carbon stocks in the Sergipe semiarid region, Brazil: 1992–2030. Land Use Policy, v. 99, 2020, 104795. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104795>.
- [21] FERNANDES, M. M.; FERNANDES, M. R. M.; GARCIA, J. R.; MATRICARDI, E. A. T.; LIMA, A. H. S.; FILHO, R. N. A.; FILHO, R. R. G.; PISCOYA, V. C.; PISCOYA, T. O. F.; FILHO, M. C. Land use and land cover changes and carbon stock valuation in the São Francisco river basin, Brazil. Environmental Challenges, v. 5, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100247>
- [22] FERREIRA, D. C.; GRAZIELE, I.; MARQUES, R. C.; GONÇALVES, J. Investment in drinking water and sanitation infrastructure and its impact on waterborne diseases dissemination: The Brazilian case. Science of The Total Environment, v. 779, 2021.



- [23] FERREIRA, D. J. S.; SOUZA, I. A.; ECKERT, N. O. S.; COELHO, A. S. Caracterização das unidades de conservação de proteção integral do estado de Sergipe. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, Aquidabã, v.6, n.2, p.121-143, 2015.
- [24] FILHO, A. M. C.; LUCAS, A. A. T. T.; FERREIRA, B. S. F.; SANTOS, G. M.; BARRETO, V. L. Proteção dos recursos hídricos em Sergipe. In: ROCHA, A. F.; LUCAS, A. A. T.; AGUIAR NETTO, A. O. (org.). 25 anos: a política de recursos hídricos em Sergipe. -- 1. ed. – Aracaju, SE: Criação Editora, 2022.
- [25] FIGUEIREDO, A. V. A.; MAROTI, P. S. Bacia hidrográfica do rio Sergipe - significado, identidade e escolha de usos a partir da percepção dos membros do comitê (gestão 2008-2010).
- [26] FREY, K.; TORRES, P. H. C.; JACOBI, P. R.; RAMOS, R. F. Objetivos do desenvolvimento sustentável: desafios para o planejamento e a governança ambiental na Macrometrópole Paulista. Santo André, SP: EdUFABC, 2020.
- [27] GATTRINGER, J. L.; MARINHO, S. V. O uso do modelo COSO na administração pública: um estudo nos municípios catarinenses. *Reflexão contábil*, v. 39, n. 1, p. 75-95, 2019.
- [28] GRANZIERA, M. L. M. Relatório contendo estado da arte institucional no Brasil sobre agências de bacia e entidades delegatárias na bacia hidrográfica do rio São Francisco. Agência Nacional de Águas - ANA. Versão de 18.06.2007
- [29] IBGE. Indicadores Brasileiros para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. ODS – Brasil, 2022. Disponível em: <https://odsbrasil.gov.br/relatorio/sintese>. Acesso em: 27 de out. De 2022.
- [30] \_\_\_\_\_. Indicadores 6.2.1. ODS – Brasil. 2022. Disponível em: <https://odsbrasil.gov.br/objetivo6/indicador621>. Acesso em: 27 de out. de 2022.
- [31] \_\_\_\_\_. Objetivos. ODS – Brasil, 2022. Disponível em: <https://odsbrasil.gov.br/objetivo/objetivo?n=1>. Acesso em: 27 de out. de 2022.
- [32] IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Programa de Consolidação do Pacto Nacional de Gestão de Águas. Brasília: Ipea, 2017. Disponível em: <[https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8194/1/Programa%20de%20consolida%c3%a7%c3%a3o%20do%20pacto%20nacional%20pela%20gest%c3%a3o%20de%20%c3%a1guas\\_Sergipe.pdf](https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8194/1/Programa%20de%20consolida%c3%a7%c3%a3o%20do%20pacto%20nacional%20pela%20gest%c3%a3o%20de%20%c3%a1guas_Sergipe.pdf)>. Acesso em: 29 out. 2022
- [33] IPEA. Objetivos do desenvolvimento sustentável, 2019. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/ods/ods6.html>. Acesso em: 27 de out. de 2022.
- [34] IDSC-BR. Perfis das Cidades Brasileiras. 2020 Disponível em: <https://idsc.cidadessustentaveis.org.br/introduction>. Acesso em: 07 de out, de 2022.
- [35] INTEGRATED water resources management. Stockolm: Global Water Partnership, 2000. 67 p. (TAC background papers, 4). Disponível em: <<http://www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/publications/background-papers/04-integrated-water-resources-management-2000-english.pdf>>. Acesso em: 09 out 2022.
- [36] LANSBURY, N.; MORENO, J. S. O.; DEAN, A. J.; ROSS, H. Strengthening community participation in meeting UN Sustainable Development Goal 6 for water, sanitation and hygiene. ResearchGate. 2016.
- [37] NETO, J. C. C. A crise hídrica no estado de São Paulo. *Ge USP – Espaço e Tempo (Online)*, São Paulo, v. 19, n. 3, p. 479-484, 2016.
- [38] Nova pesquisa mostra que o impacto negativo da falta de saneamento na vida das mulheres brasileiras está crescendo. Instituto TRATA BRASIL. 2022.
- [39] O Saneamento e a vida da mulher brasileira. Instituto TRATA BRASIL. 2019. Disponível em: [https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2022/09/Relatorio\\_Completo\\_-\\_2022.pdf](https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2022/09/Relatorio_Completo_-_2022.pdf). Acesso em 27 de out. de 2022.
- [40] ODS 6 no Brasil: visão da ANA sobre os indicadores. Brasília, DF: ANA, 2019
- [41] ODS BRASIL. Indicadores Brasileiros para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. 2022 – ODS 6. Disponível em: <https://odsbrasil.gov.br/objetivo/objetivo?n=6>. Acesso em: 25 de out de 2022
- [42] ONU. Organização das Nações Unidas. Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. 2015.

- [43] ONU. Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. 2016. Disponível em: <https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda2030-pt-br.pdf>. Acesso em: 21 de out. De 2022
- [44] ONU. Organização das Nações Unidas. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. 2018.
- [45] PADILLA, J. H. R.; RINCÓN, M. A. P.; MALHEIROS, T. F.; PARRA, C. A. M.; PROTA, M. G.; SANTOS, R. Análisis comparativo de modelos e instrumentos de gestión integrada del recurso hídrico en Suramérica: los casos de Brasil y Colombia. *Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*. v. 8, n.1, 2013
- [46] PAINEL DE SANEAMENTO DO BRASIL. Instituto Trata Brasil. Cidades. 2022. Disponível em: [https://www.painelsaneamento.org.br/localidade/compare?id=28&L%5Bi%5D=MOR\\_SEM\\_BAN](https://www.painelsaneamento.org.br/localidade/compare?id=28&L%5Bi%5D=MOR_SEM_BAN). Acesso em: 27 de out. de 2022.
- [47] PLASTINA, E. C.; NOGUEIRA, J. R. da C.; TERRA, P. K. S.; MIRANDA, R. B. G.; WINKEL, V. R. C. Impressões sobre as principais alterações do marco legal do saneamento. *Caderno Jurídico*. Rio de Janeiro v.2 n.3, p. 6-17, 2022
- [48] PIROLI, E. L.; ÁVILA, A. L. M. A. Análise das mudanças no uso da terra do Córrego Santa Fé, município de São Paulo ao longo de quatro décadas e dos impactos sobre suas águas e população. *Revista Formação (Online)*. v. 29, n. 54, p. 253-273, 2022.
- [49] PNUD, Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (2019). Agenda 2030. Disponível em: <http://www.agenda2030.com.br/sobre/>.
- [50] Plataforma Geográfica Interativa do IBGE (2022). Indicadores do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6. Disponível em: <https://pgiods.ibge.gov.br/index.html?mapid=292>
- [51] PROGRESS on drinking water, sanitation and hygiene: 2017 update and SDG baselines. Geneva: World Health Organization: Unicef, 2017. Disponível em: [https://data.unicef.org/wp-content/uploads/2017/07/JMP-2017-report-launch-version\\_0.pdf](https://data.unicef.org/wp-content/uploads/2017/07/JMP-2017-report-launch-version_0.pdf). Acesso em: 29 out. 2022.
- [52] RICHTER, B. D. (2015). Em busca da água: um guia para passar da escassez à sustentabilidade. Oficina de Textos.
- [53] ROCHA, A. F.; LUCAS, A. A. T.; AGUIAR, N., ANTENOR, O. 25 anos: a política de recursos hídricos em Sergipe. Criação Editora. E-Book: PDF. 250 p. 2022.
- [54] ROCHA, J. C. S.; KHOURY, L. E. C.; DAMASCENO, A. P. D. Direito das águas - trajetória legal, conflitos e participação social. *Revista USP*. São Paulo v.18 n.3, p. 143-166, nov. 2017.
- [55] SANTOS, L. C. D.; NHAMPOSSA, J. A.; COSTA, C. C.; GOMES, L. J. Atuação do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe na denúncia e encaminhamento de conflitos socioambientais. *REGA*, Porto Alegre. V. 12, n. 2, p. 35-45, 2015.
- [56] SEMARH, Superintendência de Recursos Hídricos (2015a). Governo do Estado de Sergipe. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Bacia Hidrográfica do Rio Japarutuba. Outubro de 2015.
- [57] SEMARH, Superintendência de Recursos Hídricos (2015b). Governo do Estado de Sergipe. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Bacia Hidrográfica do Rio Piauí. Outubro de 2015.
- [58] SEMARH, Superintendência de Recursos Hídricos (2015c). Governo do Estado de Sergipe. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe. Outubro de 2015.
- [59] SEMARH, 2022. Portal de recursos hídricos de Sergipe. Disponível em <https://www.sedurbs.se.gov.br/portalrecursoshidricos/> Acesso em 15 de outubro de 2022.
- [60] SERGIPE (2001). Governo de Sergipe. Conselho Estadual de Recursos Hídricos. Resolução nº 01/2001. Dispõe sobre os Critérios para a Outorga de uso de Recursos Hídricos.
- [61] SERGIPE (2013). Governo de Sergipe. Decreto nº 29.412/2013. Dispõe sobre a Adesão do Estado de Sergipe ao Pacto Nacional pela Gestão das Águas, e dá outras providências.
- [62] SERGIPE (2014). Governo de Sergipe. Conselho Estadual de Recursos Hídricos. Resolução nº 20/2014. Altera dispositivos da Resolução n.º 01/2001, de 19 de abril de 2001, do CONERH/SE.

- [63] SERGIPE (2017). Governo de Sergipe. Ofício nº 276/2017. Manifestação de Interesse do Estado de Sergipe em participar do segundo ciclo do Programa de Consolidação do Pacto Nacional pela Gestão das Águas.
- [64] SERGIPE (2018). Governo de Sergipe. Lei nº 8.496/2018. Dispõe sobre a Estrutura Organizacional Básica da Administração Pública Estadual.
- [65] SERGIPE (2020). Governo de Sergipe. Decreto Nº 40.515/2020. Cria o Parque Estadual Marituba, nos municípios de Barra dos Coqueiros e Santo Amaro das Brotas, e dá outras providências.
- [66] SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO (2017). Inventário Florestal Nacional: Sergipe – principais resultados. Brasília, DF: MMA.
- [67] SILVA, M. R. P.; OLIVEIRA NETTO, A. A utilização de fossas verdes para o saneamento básico e desenvolvimento sustentável no Nordeste. [s. l.], 2014. Disponível em: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ir01405a&AN=irufs.riufs.7765&lang=pt-br&site=eds-live>. Acesso em: 11 nov. 2022.
- [68] SOUZA, C. M. N. Gestão da água e saneamento básico: reflexões sobre a participação social. Scielo – Saúde e Sociedade. V. 26 (4), 2017.
- [69] STATUS report on the application of integrated approaches to water resources management. Nairobi: United Nations Environment Programme, 2012. 106 p. Disponível em: [https://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/un\\_water\\_status\\_report\\_2012.pdf](https://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/un_water_status_report_2012.pdf). Acesso em: 09 out 2022.
- [70] TOTTI, M. E.; CARVALHO, A. M. de. Descentralização e gestão integrada de recursos hídricos: a experiência brasileira. Revista Cerrados, [S. l.], v. 3, n. 01, p. 75–86, 2005. Disponível em: <https://www.periodicos.unimontes.br/index.php/cerrados/article/view/2910>. Acesso em: 05 nov. 2022.
- [71] TUNDISI, J.G. Novas perspectivas para a gestão de recursos hídricos. Revista USP, São Paulo, n.70, p. 24-35, jun./ago. 2006.
- [72] UNICEF -Fundo das Nações Unidas para a Infância, OMS - Organização Mundial da Saúde. Relatório resumido. Situação do Saneamento no Mundo: Um apelo urgente para transformar o saneamento para uma melhor saúde. 2020.
- [73] VEIGA, B. G. A. Participação social e políticas públicas de gestão das águas: olhares sobre as experiências do Brasil, Portugal e França. 2007. 320 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável). Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.
- [74] YAMAMOTO, E. A. F. S.; PEREIRA, J. R.; ALCÂNTRA, V. C. Remunicipalização e coprodução do bem público: perspectivas de gestão dos serviços de água e saneamento. Cadernos Gestão Pública e Cidadania, São Paulo. v. 25, n. 81, 2020.
- [75] WWAP, World Water Assessment Programme (2016). The United Nations World Water Development Report 2016: Water and Jobs. Paris, France. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000244040>

# Capítulo 14

## *Comparação entre dois modelos de Redes Neurais Artificiais desenvolvidas para simular a autodepuração de um rio*

*Antônio Carlos Gimenes Junior*

*Lotário Fank*

*Marivone Zanella Fank*

*Fernando Schütz*

*André Sandmann*

*Fabiana Costa Araujo Schütz*

**Resumo:** O presente estudo consistiu no desenvolvimento de dois modelos em Redes Neurais Artificiais (RNA) com o objetivo de caracterizar o oxigênio dissolvido na água do rio e modelar a autodepuração do rio. O rio estudado foi o Rio Alegria, localizado no município de Medianeira no Estado do Paraná. Um modelo foi desenvolvido em Redes Neurais Convolucionais – CNN (Convolutional Neural Networks). Os dados utilizados foram os mesmos coletados por Schütz em 2014, para que se fizesse possível comparar o desempenho da rede CNN com o desempenho da rede Feed Forward Network (FFN), desenvolvida, com o mesmo conjunto de dados, em 2014. Os modelos foram desenvolvidos com base em dados da qualidade da água do rio e do efluente que é incorporado ao curso de água ao longo do intervalo estudado. Foi modelado com 16 entradas, (sendo os parâmetros de qualidade da água: DBO, DQO, pH, CE, T, Nitrito, Nitrato, Nitrogênio amoniacal e a vazão. E os parâmetros de qualidade do efluente: DBO, DQO, Nitrogênio amoniacal, e vazão), e uma saída (OD). Para treinamento e validação do modelo foram usados dados de 132 grupos: sendo 22 coletas com variabilidade temporal mensal, em 06 pontos diferentes ao longo do rio. O modelo foi nomeado, CNN2. Os testes e as validações, foram realizados variando-se a arquitetura da rede. A rede foi desenvolvida com a validação cruzada para a estimativa do oxigênio dissolvido. Considerando os resultados referentes as simulações realizadas com o modelo CNN2, onde compara-se os valores de OD simulados, (a partir da combinação dos pesos que a rede atribui para cada entrada), com os resultados coletados em campo e pode-se concluir que uma rede CNN pode ser empregada para prever o oxigênio dissolvido nas águas de um rio, com uma acurácia geral de 0,90. Em relação ao tempo médio de processamento, comparando-se o modelo CNN2 com o modelo FFN2, desenvolvido em 2014, pode-se observar uma redução de 99,6%.

**Palavras-chave:** Qualidade da Água; DBO; Redes Neurais.

## 1. INTRODUÇÃO

Na relação direta com o entorno, o lançamento de carga orgânica solúvel biodegradável por indústrias em rios, exige avaliação previa das consequências sobre a qualidade do ambiente aquático, com preferencial acompanhamento experimental subsequente. Neste sentido, estudos preliminares para entendimento dos fenômenos de dispersão e autodepuração de contaminantes permitem inferências sobre a distribuição de concentrações e possíveis consequências sobre a vida aquática. Para a solução analítica e obtenção de respostas, a adoção de hipóteses simplificadoras severas e necessária, como a condição unidimensional do fluxo, a idealização de geometrias e a validade de constantes experimentais. Em função da relevância do receptor final de efluentes tratados, rio Alegria, estudos acadêmicos sobre seus níveis de comprometimento são extremamente importantes, com monitoramento de parâmetros relevantes para enquadramento qualitativo como DBO e oxigênio dissolvido.

Dessa forma, dados experimentais tornam-se passíveis de apropriação para refinamento dos modelos de simulação, especialmente o oxigênio dissolvido (OD), uma vez que o principal indicador da qualidade do ambiente aquático, a concentração de oxigênio dissolvido (OD) no receptor e reduzida por conta da oxidação biológica de compostos orgânicos biodegradáveis. (Zurita, 2021). A concentração de oxigênio dissolvido (DO) reflete o equilíbrio entre a produção de oxigênio (por exemplo, fotossíntese) e o consumo de oxigênio (por exemplo, respiração aeróbica, nitrificação e produtos químicos oxidação) em ecossistemas aquáticos. dependem de muitos fatores como temperatura, salinidade, depleção de oxigênio, oxigênio fontes e outros. (Olyaie; Abyaneh; Mehr, 2017).

Para as empresas que utilizam o corpo hídrico para lançar seus efluentes, conhecer as concentrações médias de montante e de jusante, acompanhadas das vazões e condições de lançamento, permitem o estabelecimento do balanço de massa das condições de diluição, e tomadas de decisão, pois convergem com os referenciais teóricos sobre o tema e permitem identificar a influência da elevação da demanda química de oxigênio DQO (nos níveis existentes) sobre a concentração de oxigênio dissolvido (OD) e condições de depuração.

Os modelos matemáticos utilizados para simular a qualidade da água e o processo de autodepuração de corpos d'água são importantes ferramentas de auxílio à gestão dos recursos hídricos. Menezes, et. Al. (2015), avaliaram o impacto da poluição orgânica na qualidade da água e a capacidade de assimilação da matéria orgânica no Ribeirão Vermelho na região sul de Minas Gerais.

A simulação do processo de autodepuração foi realizada com o uso do modelo de Streeter-Phelps. Concluíram que o uso do modelo de purificação Streeter-Phelps foi consistente com o experimental, amostras retiradas do córrego contribuindo para uma melhor compreensão da dinâmica da poluição no rio.

Neste viés, modelos de dispersão para avaliação do comportamento da dispersão de poluentes e do consumo de oxigênio na depuração da carga orgânica fornecem indicativos dos efeitos de lançamento. Entretanto, dados os significativos desvios de idealidade próprios do ambiente natural, demandam posterior acompanhamento experimental. Em relação à previsão dos parâmetros de qualidade da água (WQPs), redes neurais (RNAs) foram bem-sucedidas aplicadas para a estimativa de temperatura, cloreto, fluoreto, condutividade elétrica, alcalinidade, dureza total, salinidade, sólidos totais dissolvidos, razão de adsorção de sódio, nitrogênio amoniacal, bicarbonato, produto químico e demanda biológica de oxigênio (DQO e DBO), oxigênio dissolvido (OD), porcentagem de

OD (Mitrović et al., 2019). Os modelos de RNA são ferramentas poderosas de previsão para a relação entre os parâmetros, de precipitação e de escoamento, por exemplo. Os resultados apoiam a tomada de decisões na área de planejamento e gerenciamento de recursos hídricos. Além disso, ajudam os planejadores e gestores urbanos a tomar as medidas necessárias para enfrentar as más produções minimizando perdas em propriedades públicas e privadas e riscos à saúde e ao meio ambiente que provavelmente ocorrerão devido a inundações. (Aichouri et al., 2015).

Devido à sua arquitetura de processamento massivamente paralela, a RNA é capaz de lidar eficientemente com cálculos complexos, tornando-a hoje a técnica mais adequada para alta velocidade processamento de grandes volumes de dados. Além disso, existem muitas características vantajosas da abordagem da RNA para resolver problemas. Com o surgimento de demandas cada vez mais complexas, um novo ramo da área, chamado aprendizado profundo, foi desenvolvido e com isso novos tipos de redes neurais e algoritmos de treinamento surgiram. Um exemplo é a Rede neural convolucional ou Convolutional Neural Network (CNN), que é uma classe de rede neural que ganhou bastante destaque graças aos seus resultados positivos em aplicações de processamento e análise de imagens digitais. Bhandare (2017) propôs automatizar o processo de seleção de arquitetura de uma CNN otimizando os seus hiper-parâmetros por meio de computação bio-inspirada.

Os algoritmos foram testados para otimizar a arquitetura de uma CNN para classificar a base de dados MNIST (Changed National Organization of Benchmarks and Innovation database). Os resultados se destacaram em especial em relação ao tempo de processamento, os algoritmos que foram significativamente reduzidos para otimizar a arquitetura da CNN. Em 2022, Rautela et al estimaram o transporte de sedimentos nos rios usando modelos baseados em dados, como Redes Neurais Artificiais (ANNs), utilizando Levenberg-Marquardt (LM) para simular o fluxo de vazão e a concentração de sedimentos suspensos (SSC). O resultado mostrou que a rede utilizando algoritmos híbridos de aprendizagem demonstram eficiência ao simular o transporte dos sedimentos. Inúmeros trabalhos desenvolvidos utilizando diferentes algoritmos de otimização demonstraram que a aplicação de uma rede neural não requer conhecimento a priori do processo subjacente, podendo não reconhecer todas as complexas relações existentes entre os vários aspectos do processo sob investigação, mesmo assim, permitindo uma abordagem de otimização padrão. (Salari; et all, 2018).

Existem inúmeros algoritmos de otimização, cada qual com aplicações específicas, e com o avanço da área de aprendizado de máquina e a demanda por soluções de problemas cada vez mais complexos, um novo ramo da área, chamado aprendizado profundo, apareceu e com isso novos tipos de redes neurais e algoritmos de treinamento surgiram. Dentre elas a rede neural convolucional (CNN) As aplicações de algoritmos de aprendizagem profunda ou mesmo os algoritmos de otimização evolucionários, mais simples, está aumentando rapidamente e, nos últimos anos, eles foram usados com sucesso para a previsão de economia, recursos hídricos, qualidade da água e séries temporais hidrológicas (Sarkar; Pandey, 2015). Nesse contexto, o presente estudo objetivou desenvolver um modelo em Redes Neurais Convolucionais – CNN (Convolutional Neural Networks). para simular o potencial autodepurador do Rio Alegria, localizado no município de Medianeira no Estado do Paraná.

Os dados utilizados foram os mesmos coletados por Schütz em 2014, para que se fizesse possível comparar o desempenho da rede CNN, nomeada CNN2, com o desempenho da

rede Feed Forward Network (FFN2). Ambas foram configuradas para simular o Oxigênio Dissolvido em rios, utilizando os mesmos bancos de dados para treinamento e validação.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Rio Alegria, que tem suas nascentes localizadas na área rural, e corta toda a área urbana do município de Medianeira no estado do Paraná, com uma extensão aproximada de 30,6 km,(Schütz, 2014). Foram amostrados 6 pontos, todos nas proximidades de uma importante indústria frigorífica da região. O ponto 01 localiza-se à montante das lagoas de tratamento da indústria, o ponto 02 localiza-se exatamente na calha de despejo do efluente do frigorífico, os pontos 03, 04, 05 e 06, localizam-se à jusante do ponto de despejo dos efluentes da referida indústria, conforme pode-se observar na figura 1.

**Figura 1:** Localização dos 06 pontos de coletas



Fonte: Schütz(2014), adaptado de Google Earth.

Em cada um dos 6 pontos amostrados, foram coletados 03 litros de água, sendo 02 deles destinados para a determinação da demanda bioquímica de oxigênio para 5 dias.(DBO5) e a demanda química de oxigênio (DQO). As amostras foram enviadas para o Laboratório de Análises Físico-Químicas do Instituto Ambiental do Paraná (IAP), localizado na cidade de Toledo, PR. Nas mesmas datas, foram coletadas amostras do efluente lançado, no ponto de lançamento antes da mistura, para análises de DBO 5 e DQO, realizadas pelo laboratório da indústria responsável pelo lançamento. Foram realizadas 22 coletas com intervalo de 15 dias entre elas. Com esses dados, foram compostos dois bancos de dados, um destinado ao treinamento da rede com resultados das análises de qualidade da água e do efluente, outro destinado a validação das respostas da rede. Na sequência, foi realizada uma análise dos dados para avaliar a melhor disposição numa inserção da inteligência artificial que foram selecionados dos bancos de dados de treinamento e de validação da rede. Para desenvolvimento do algoritmo de aprendizagem profunda, foram utilizadas as ferramentas Anaconda®, Spyder®, Tensorflow® e Keras®. A plataforma Anaconda foi usada como um gerenciador de pacotes para ciência de dados e IA. Com ela foi possível criar ambientes com versões específicas de cada pacote utilizado em seu algoritmo, garantindo a compatibilidade entre eles. O Spyder® foi usado como ambiente de

desenvolvimento. com a utilização de recursos avançados de edição, análise e depuração de dados, acelerando a implementação. O Tensorflow® foi usado como biblioteca, pois possui uma quantidade abrangente e flexível de ferramentas, e recursos da comunidade. E por fim o Kera@s, como API (Application Programming Interface) de aprendizado profundo (deep learning) escrita em Python, rodando sobre a plataforma de aprendizado de máquina TensorFlow®. Foi usado com o objetivo de permitir experimentação rápida. A rede denominada CNN2, foi construída com 16 entradas, considerando os valores em duplicata de DBO, DQO do efluente como duas entradas distintas, exatamente como o modelo Feed Forward Network (FFN2) desenvolvido em Matlab® (Schütz, 2014). As entradas com dados referentes a qualidade da água foram, DBO, DQO, pH, CE, T, Nitrito, Nitrato, Nitrogênio amoniacal e vazão. E as entradas com dados referentes a qualidade do efluente foram: DBO, DQO, Nitrogênio amoniacal e vazão. A rede teve apenas uma saída o OD. Os valores de métricas dos testes foram o erro médio absoluto (MAE), que é uma medida de erros entre observações pareadas que expressam o mesmo fenômeno, o erro quadrático médio (MSE) ou desvio quadrático médio (MSD) que mede, a diferença quadrática média entre os valores estimados e o valor real, o erro quadrático médio (RMSE) que mede a magnitude média do erro, e ainda, o erro percentual absoluto médio (MAPE) que é usado como uma função de perda para problemas de regressão e na avaliação de modelos.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A rede CNN2, foi construída com 16 entradas, considerando os valores em duplicata de DBO, DQO do efluente como duas entradas distintas, exatamente como a arquitetura proposta no modelo FFN2 desenvolvido por Schütz, (2014). As entradas foram DBO, DQO, pH, CE, T, Nitrito, Nitrato, Nitrogênio amoniacal, vazão. E do efluente foram dados de entrada: DBO, DQO, DBO, DQO Nitrogênio amoniacal, e vazão), e uma saída (OD). Como é possível observar na figura 2, onde é apresentada uma parte do código da CNN2, ela foi organizada com 16 entradas, duas camadas ocultas de 32 neurônios cada uma, e uma saída.

**Figura 2:** Parte do código da Rede Modelo CNN2

```
def build_model():
    model = keras.Sequential([
        layers.Dense(16, input_shape=[len(train_dataset.keys())]),
        layers.Dense(32),
        layers.Dense(32),
        layers.Dense(1)
    ])

    optimizer = tf.keras.optimizers.RMSprop(0.001)

    model.compile(loss='mse',
                  optimizer=optimizer,
                  metrics=['mae', 'mse'])

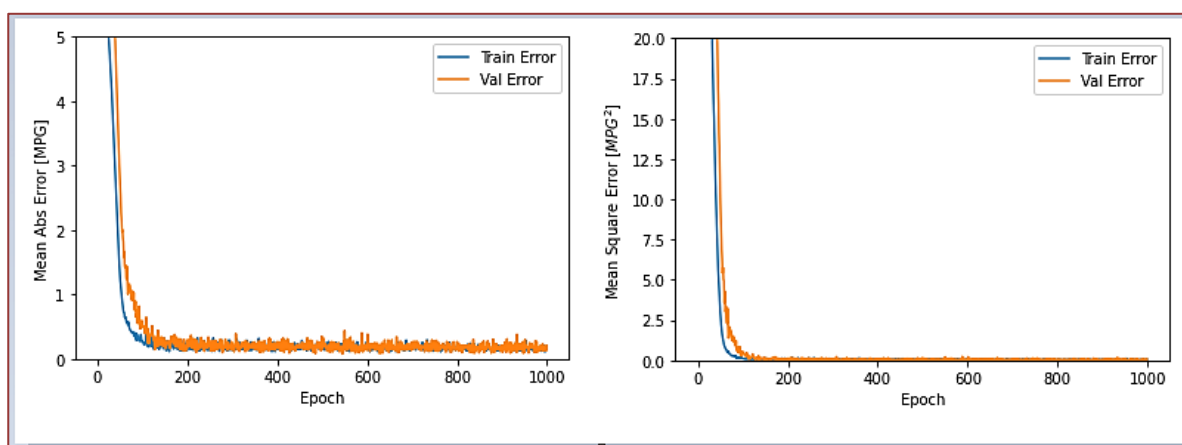
    return model
```



Fonte: autoria própria.

Os valores de métricas dos testes foram os seguintes, para o erro absoluto médio (MAE) retornado foi 0.1512660166, o que indica que a rede conseguiu aproximar os valores de OD estimados, a partir dos dados de entrada, com um erro médio de 0,15 para mais ou para menos em relação aos valores de OD do banco de dados de validação, com os valores reais levantados em laboratório. O erro percentual absoluto médio (MAPE) foi de 2.0701983025% ,quando comparado com o erro gerado pelo modelo desenvolvido por Schütz em 2014, que foi de 32,5%, pode-se observar uma redução significativa no erro gerado entre o valor estimado pela rede e o valor real do OD. O erro quadrático médio (MSE) foi 0.0421406941, a métrica MSE apresenta um problema de interpretação por elevar a variável ao quadrado a unidade fica distorcida, por isso calculou-se uma RMSE. A raiz do erro quadrático médio, em que é aplicada a raiz quadrática para lidar com o problema da diferença entre unidades, assim a unidade fica na mesma escala que o dado original, resultando em uma melhor interpretação do resultado da métrica, apresentou um valor de  $RMSE = 0.2052819867$ . O que indica que o modelo pode estar errando aproximadamente 0,20 ppm de OD, para mais ou para menos, quando compara os resultados calculados com os resultados obtidos em análises laboratoriais. Na Figura 03 é possível observar o MAE e o MSE em um período de 1000 *epochs*.

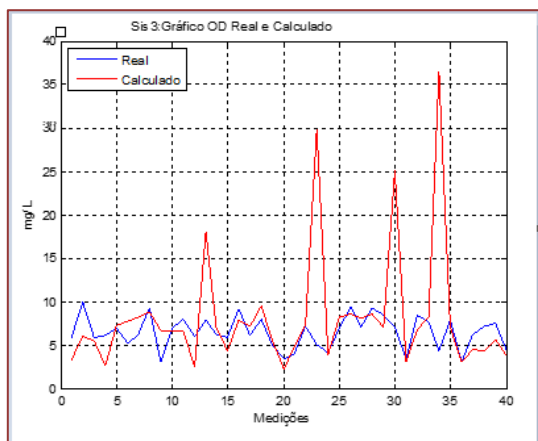
**Figura 3** Erro médio CNN2 (MAE) e (MSE)



Fonte: autoria própria.

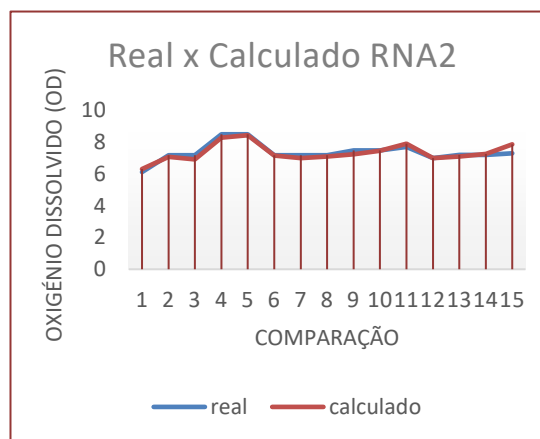
O modelo FFN2 (Schütz 2014) teve um tempo médio de processamento de 18 horas. A configuração que apresentou melhor desempenho foi com duas camadas ocultas 16:32:32:1, e 1000 interações, apresentando um erro médio de 32,5 % e um coeficiente de determinação 0,11. Na figura 4 (A) pode-se observar a comparação entre os dados conhecidos e os dados simulados pela rede desenvolvida por Schütz(2014). Ao treinar redes neurais, uma importante decisão deve ser tomada, o número de épocas de treinamento. No modelo FFN2, o algoritmo de otimização utilizado foi de Levenberg-Marquardt com regularização Bayesiana constitui um método para ajuste dos pesos das conexões de modo a evitar o *overfitting*.

**Figura 4 (A)** - Comparação entre os dados conhecidos e os dados simulados pela rede FFN2



Fonte: Schütz(2014).

**Figura 4(B)** - Comparação entre os dados conhecidos e os dados simulados pela rede CCN2



Fonte: Autoria própria.

Na Figura pode-se observar a comparação entre os dados conhecidos e os dados simulados pela rede CNN2. Com 160 *epochs* o modelo encerra o treinamento, porque neste modelo adotou-se o Early Stopping (Parada Antecipada ou Parada Precoce), ou seja, no final de cada época, a rede calcula a precisão da classificação nos dados de validação. Quando a precisão parar de melhorar, o treinamento é interrompido, impedindo automaticamente o overfitting. (Faceliet al., 2011). O erro médio ficou em 0.1512660166 a acurácia geral ficou em 0.89625 com desvio padrão de 0.01811, o tempo médio foi de menos de 2 minutos de processamento. Quando comparadas, a rede desenvolvida com um algoritmo de aprendizagem profunda CNN2 superou muito a rede desenvolvida com algoritmo *feedforward* (FFN2) considerando que a configuração da rede, e o banco de dados utilizados em ambos os modelos, foram os mesmos. A Figura 4(B) pode-se observar a comparação entre os dados conhecidos e os dados simulados pela rede. No treinamento/calibração, da FFN2 (Schütz, 2014), alguns picos do gráfico podem ocorrer porque o modelo não contém possíveis informações sobre as características do rio, como transporte de sólidos suspensos, variações de velocidade no perfil e ao longo da margem do rio, por exemplo, que influenciam no fluxo do rio, e alteram a decisão de determinação de pesos, em redes densas como as FFN. Quando se compara os dois modelos, a rede neural convolucional, por apresentar uma estrutura diferente em que a informação passa por vários filtros, matrizes numéricas, nas camadas convolucionais, com a função de acentuar padrões regulares locais, ao mesmo tempo em que vão reduzindo a dimensão dos dados originais, apresentou resultados mais consistentes, tanto no que se refere aos acertos em relação aos dados reais, quanto no que se refere ao tempo de processamento. Isso se dá, porque na parte mais profunda das convoluções, espera-se que os dados num espaço dimensional reduzido contenham informação suficiente sobre esses padrões locais para atribuir um valor semântico ao dado original. Esses dados passam então por uma estrutura de FFN clássica para a tarefa de classificação. (Freitas Bouzon, 2021). A redes com algoritmos do tipo Feed Forward Network (FFN) são o tipo mais básico, onde a informação de entrada flui em sequência linear até a saída. O resultado dessas operações pode passar por uma função de ativação antes de passar para a camada adiante; no caso específico de funções de ativação com base radial. As conexões entre os neurônios representam a passagem de informação de um neurônio para o próximo. Um neurônio

que recebe mais de uma conexão de entrada soma estes valores antes de aplicar a equação linear pela qual é responsável. (Serizawa, 2020).

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados das simulações com as Redes CNN2 e FFN2, pode-se concluir que ambas podem ser empregadas para prever o oxigênio disponível nas águas de um rio, porém, o modelo só se aplica ao intervalo do rio onde foram realizadas as coletas. Seria possível treinar um modelo para avaliar o potencial de oxigênio dissolvido de mais corpos hídricos, desde que fosse treinado e validado com um banco de dados maior e com informações da qualidade de vários rios diferentes. Ainda, apesar da aplicação mais comum das CNNs é na classificação de imagens, pode-se observar um desempenho muito satisfatório na aplicação do algoritmo para resolver problemas onde os dados de entrada têm um impacto atemporal nos dados de saída, como é o caso do presente estudo.

#### AGRADECIMENTOS

Os Autores gostariam de agradecer a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) Campus Medianeira; À CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, À UFCG – Universidade Federal de Campina Grande. À Frimesa Cooperativa Central, especialmente à Gisele Caldereiro, pelos resultados das análises do efluente, realizados através do convênio FRIMESA/FUNTEF e ainda pela facilitação do nosso acesso aos pontos de coleta; À ITAIPU Binacional, especialmente a Simone Frederigi Benassi, pelos resultados das análises da água, realizados através da cooperação técnica ITAIPU/FUNTEF, firmada sob o protocolo 004899/2013-09.

#### REFERÊNCIAS

- [1] BHANDARE, Ashray Sadashiv. Bio-inspired Algorithms for Evolving the Architecture of Convolutional Neural. Dez. 2017. Diss. (Mestrado) – University of Toledo.
- [2] Faceli, K., Lorena, A., Gama, J., e Carvalho, A. (2011) "Inteligência Artificial: uma Abordagem de Aprendizado de Máquina", Editora LTC.
- [3] Freitas Bouzon, M. Estudo de algoritmos de otimização inspirados na natureza aplicados ao treinamento de redes neurais artificiais. Dissertação - Centro Universitário FEI. São Bernardo do Campo, 2021.
- [4] Menezes, J. P. C.; Bittencourt, R. P.; Sá Farias, M.; Bello, I. P.; Oliveira, L. F. C.; Fia, R. Deoxygenation rate, reaeration and potential for self-purification of a small tropical urban stream, Rev. Ambient. Água vol. 10 n. 4 Taubaté – Oct. / Dec. 2015.
- [5] Mitrović, T.; Antanasijević, D.; Lazović, S.; Perić-Grujić, A.; Ristić, M. Virtual water quality monitoring at inactive monitoring sites using Monte Carlo optimized artificial neural networks: A case study of Danube River (Serbia). Science of The Total Environment Volume 654, 1 March 2019, Pages 1000-1009
- [6] Olyaie, E.; Abyaneh, H. Z.; Mehr, A. D. A comparative analysis among computational intelligence techniques for dissolved oxygen prediction in Delaware River Geoscience Frontiers Volume 8, Issue 3, May 2017, Pages 517-527
- [7] Rautela, K. S.; Kumar, D.; Gandhi, B. G. R.; Kumar, A.; Dubey, A. K. Application of ANNs for the modeling of streamflow, sediment transport, and erosion rate of a high-altitude river system in Western Himalaya, Uttarakhand Kuldeep Singh Revista Brasileira de Recursos Hídricos Brazilian Journal of Water Resources Versão On-line ISSN 2318-0331 RBRH, Porto Alegre, v. 27, e22, 2022. doi.org/10.1590/2318-0331.272220220045

- [8] Salari, M; Shahid, E. S; Afzali, S. Hosein; E. M.; C, G. O.; Derakhshan, Z.; Sheibani, S. N. Quality assessment and artificial neural networks modeling for characterization of chemical and physical parameters of potable water. *Food and chemical toxicology*, [S.L.], V. 118, P. 212-219, Ago. 2018. Elsevier BV. [Http://Dx.Doi.Org/10.1016/J.Fct.2018.04.036](http://Dx.Doi.Org/10.1016/J.Fct.2018.04.036).
- [9] Sarkar, A.; Pandey, P.; River Water Quality Modelling Using Artificial Neural Network Technique *Aquatic Procedia* Volume 4, 2015, Pages 1070-1077
- [10] Serizawa, T.; Fujita, H. Optimization of Convolutional Neural Network Using the Linearly Decreasing Weight Particle Swarm Optimization. *arXiv preprint arXiv:2001.05670*, 2020.
- [11] Schütz, F.C. A.; Desenvolvimento de modelos em redes neurais artificiais para a simulação da concentração do oxigênio dissolvido e da autodepuração do Rio Alegria – PR Tese Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande ,2014.
- [12] Tercini, J. R. B. Modelagem da qualidade da água integrando rio e reservatório. 2014. 117 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Hidráulica Ambiental, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
- [13] Zurita, A; Aguayo, M; Arriagada,P.; Figueroa, R; Díaz, M. E.; Stehr, A. Modeling Biological Oxygen Demand Load Capacity in a Data-Scarce Basin with Important Anthropogenic Interventions *Water* 2021, 13, 2379. <https://doi.org/10.3390/w13172379>

# Capítulo 15

## *Uma abordagem sobre: Vigor das plantas como meio de defesa*

*Dirceu Pratissoli*

*Alixelhe Pacheco Damascena*

*Anderson Mathias Holtz*

*Ulysses Rodrigues Vianna*

**Resumo:** O manejo da fertilidade do solo pode causar vários efeitos sobre a qualidade e composição da planta, que, por sua vez, podem influenciar o número de insetos e os subsequentes níveis de danos por herbivoria. O objetivo deste trabalho foi apresentar por meio de revisão de literatura aspectos relacionados a importância de uma planta bem nutrida como meio de defesa aos danos ocasionados por insetos, visto que a realocação de adubos minerais em culturas agrícolas pode afetar a oviposição, taxa de crescimento, sobrevivência e reprodução de insetos pragas. Estudos indicam que práticas de fertilização do solo podem influenciar a resistência relativa de culturas agrícolas a insetos pragas.

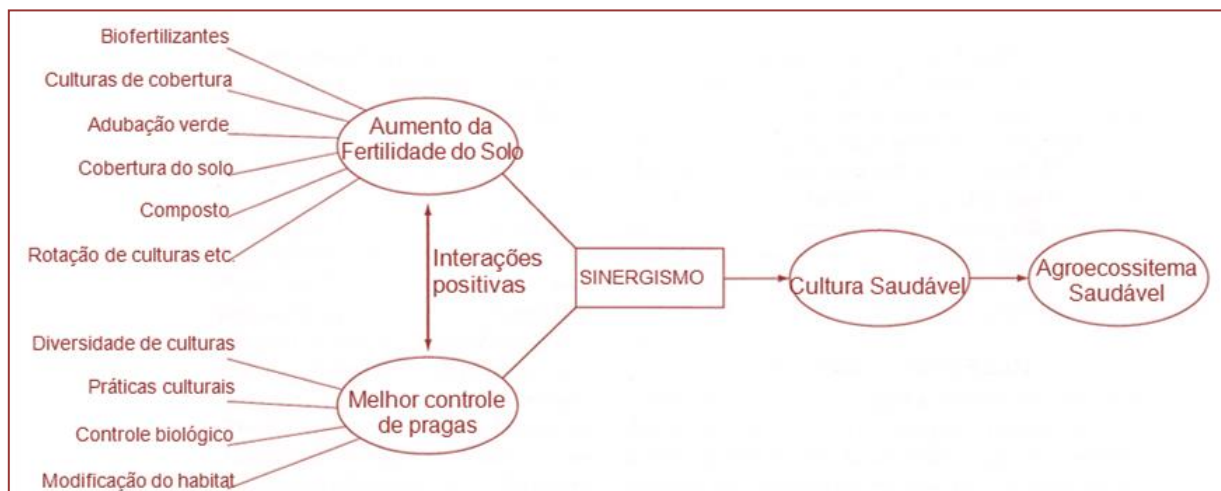
**Palavras-chave:** Manejo da fertilidade; Herbivoria; Reprodução de insetos pragas; Resistência.

## 1. INTRODUÇÃO

A fertilidade de um agro ecossistema pode ser otimizada através do manejo de duas bases: manipulação do habitat e incremento da fertilidade do solo. Este capítulo tratará da segunda base, especificamente o incremento da qualidade da fertilidade do solo através do manejo da matéria orgânica e a conservação da biodiversidade presente no solo de ecossistemas agrícolas. Tradicionalmente considerados isolados um do outro, componentes de biodiversidade acima e abaixo da superfície do solo estão tendo sua inter-relação mais reconhecida do que se supunha previamente. De fato, a planta parece funcionar como um integrador dos componentes abaixo e acima da superfície do solo do agro ecossistema, que de outra maneira seriam grandemente separados espacialmente. Este reconhecimento das relações entre a biota acima e abaixo da superfície do solo constitui um passo chave na construção de uma estratégia verdadeiramente nova no Manejo Fitossanitário de Pragas.

O Manejo Fitossanitário de Pragas considera igualmente importante os habitats acima e abaixo da superfície do solo, porque a intensificação das interações ecológicas entre solos e pragas pode promover uma forma robusta e sustentável de otimizar a função total do agro ecossistema (Figura-1). A integridade do agro ecossistema depende das sinergias entre a diversidade vegetal e do funcionamento contínuo da comunidade microbiana suportada por um solo rico em matéria orgânica. Apesar das potenciais ligações entre fertilidade do solo e proteção das culturas, a evolução do manejo integrado de pragas (MIP) e do manejo integrado da fertilidade do solo (MIFS) procedeu separadamente. Como muitas práticas de manejo de solo reconhecidamente influenciam as interações do manejo de pragas, não faz sentido ecológico continuar com tais abordagens diferenciadas.

**Figura-1.** Sinergismo potencial entre fertilidade do solo e manejo integrado de pragas



Novas pesquisas mostram que a capacidade de uma cultura agrícola resistir ou tolerar insetos-praga e doenças estão associados às propriedades físicas, químicas e, mais particularmente, biológicas do solo. Solos com elevados teores de matéria orgânica e alta atividade biológica geralmente exibem boa fertilidade, bem como complexas redes tróficas e organismos benéficos que previnem infecção. Por outro lado, práticas agrícolas que causam instabilidade nutricional podem reduzir a resistência a pragas. Adicionalmente, estudos recentes mostraram como interações bióticas no solo podem

regular a estrutura e funcionalidade de comunidades acima da superfície do solo. Em consequência torna-se claro que o componente sob a superfície do solo de um agro ecossistema pode ser manejado através de um conjunto de práticas utilizadas por agricultores orgânicos, as quais podem ter impacto substancial na dinâmica de pragas. Apesar da pressão de pragas mais baixa em sistemas orgânicos ser resultado do uso de rotações de culturas, e/ou preservação de insetos benéficos pela ausência de agrotóxicos, novas evidências sugerem que populações diminuídas de pragas também estão ligadas ao incremento da biologia e da fertilidade do solo.

## **2. SOLOS SAUDÁVEIS - PLANTAS SAUDÁVEIS**

Uma forma em que a fertilidade do solo pode reduzir diretamente a susceptibilidade de plantas a pragas é através da saúde das plantas. Muitos pesquisadores e agricultores passaram a observar que práticas saudáveis recuperam e mantêm os níveis altos de matéria orgânica no solo e a diversidade da microbiota e microbiota do solo, promove um ambiente que, através de vários processos, apresenta melhoria na saúde das plantas. Como visto acima, a resistência ou tolerância de plantas frente às doenças e pragas parece estar intimamente relacionada a várias características do solo.

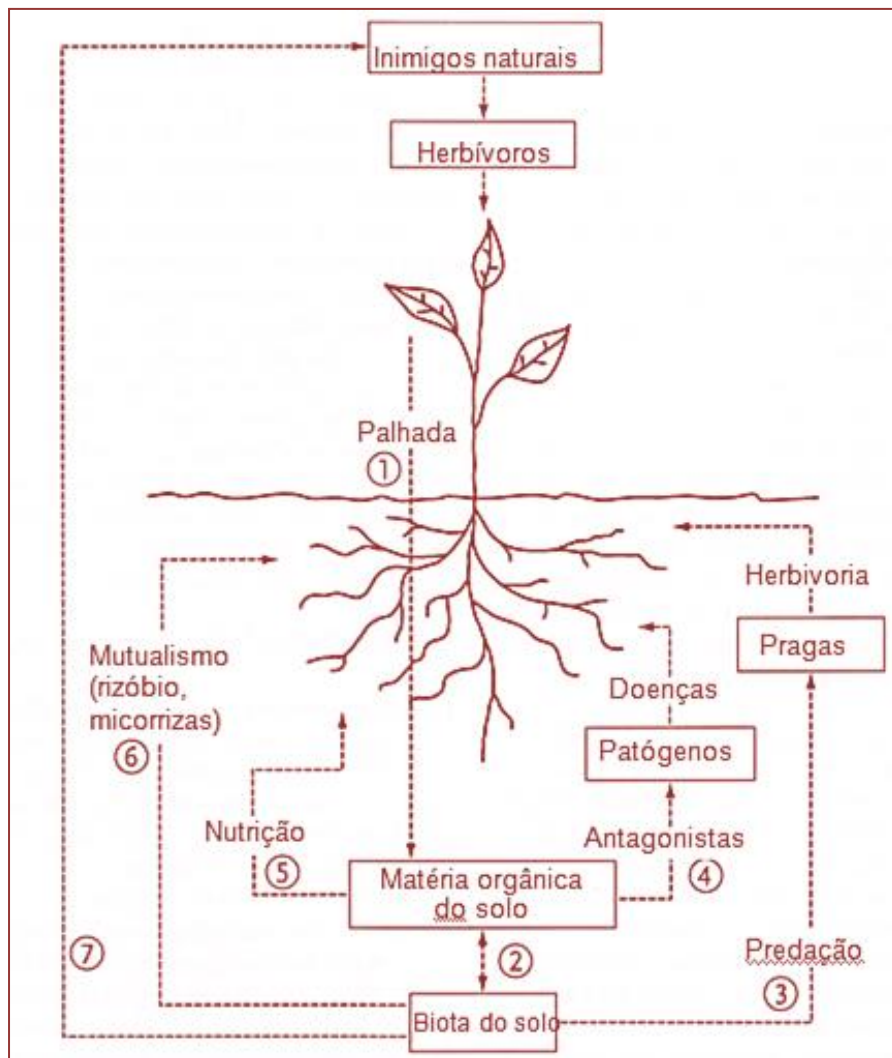
Estudos que comparam métodos de agricultura orgânica e convencional, analisando diferentes efeitos em populações específicas de pragas mostram muito do que se sabe hoje sobre a relação entre nutrição vegetal e incidência de pragas. Contudo, práticas de manejo da fertilidade do solo podem tanto afetar diretamente a fisiologia de susceptibilidade de culturas a pragas, afetando em princípio a resistência da planta ao ataque destas pragas, quanto alterar sua aceitabilidade a certos herbívoros. Além disso, estudos demonstram como a transição do manejo orgânico do solo para o uso de fertilizantes químicos resulta em aumento da incidência de insetos e doenças nas plantas, gerando perdas econômicas. Estudos realizados por cientistas do USDA (Beltsville Agricultural Research Center in Maryland) contribuem fortemente na construção das bases do conhecimento para um maior entendimento da relação entre saúde da planta e fertilidade do solo. Estes autores demonstraram as bases moleculares do atraso da senescência das folhas e da tolerância a doenças, a partir de um experimento com cultivo alternativo de tomates em solo coberto com resíduos de uma leguminosa, a ervilhaca peluda (*Vicia villosa*) comparado ao cultivo de tomate com tratamento convencional, coberto com plástico preto de polietileno. Provavelmente pela regulação da liberação de metabólitos de C e N encontrados na cobertura orgânica, as culturas de tomate apresentaram diferentes expressões de genes, o que levou a uma melhor utilização e mobilização de C e N, promovendo a defesa contra doenças e aumentando a longevidade das culturas. Tais estudos confirmaram que na produção intensiva de tomates em modelo convencional, o uso de cobertura orgânica oferece vantagens como alternativas aos fertilizantes comerciais, além de minimizar a erosão do solo e a perda de nutrientes, aumentar a infiltração de água, reduzir perdas por escoamento e propiciar uma interação “natural” entre praga e predador.

## **3. INTERAÇÕES ENTRE A BIODIVERSIDADE ACIMA E ABAIXO DO SOLO**

As plantas desenvolvem-se em um complexo ambiente multitrófico. Todavia, como mostra um recente trabalho de revisão, a maioria dos estudos multitróficos foca quase que exclusivamente interações que ocorrem acima do solo, geralmente negligenciando o fato de que organismos acima e abaixo do solo interagem entre si de formas muito complexas (Figura-2). Diversos estudos apontam a interdependência das dinâmicas

populacionais de herbívoros que vivem no solo ou sobre ele e de inimigos naturais, mediadas por respostas de defesa de diferentes órgãos da planta (acima e abaixo do solo). Devido ao fato que meios de defesa química da planta contra herbívoros e contra patógenos podem interagir, a herbivoria na raiz pode acarretar a indução de compostos de defesa da planta nas folhas. No entanto, como afirmado no trabalho citado, as interações entre ambos os compartimentos (acima e abaixo do solo) são ainda mais complexos, devido aos mecanismos subjacentes (nutrição e defesa da planta) estarem tipicamente interligados. Na verdade, a produção de defesas direta e indireta da planta é dependente da absorção de nutrientes pelas raízes. A evidência a favor de tais interações benéficas está aumentando.

**Figura-2.** As complexas vias em que a biodiversidade acima e abaixo do solo interagem no agro ecossistema: (1) restos culturais aumentam o teor de matéria orgânica - MO - no solo; (2) MO fornece substrato para micro, meso e macro biota do solo; (3) predadores reduzem o número de pragas no solo; (4) MO favorece antagonistas que reprimem o aparecimento de patógenos no solo; (5) a mineralização lenta do carbono e nitrogênio ativa genes que promovem a tolerância a doenças e a longevidade das plantas, e diminuem o nitrogênio livre nos tecidos; (6) mutualistas aumentam fixação de N, absorção de P, eficiência do uso da água etc.; (7) certos invertebrados (*Collembola* e detritívoros) servem como alimento alternativo para inimigos naturais quando da ausência ou escassez de pragas.





Um estudo recente mostra que a atividade de organismos do solo pode afetar o fenótipo da planta acima do solo, induzindo tolerância a herbívoros e patógenos. Nesse mesmo estudo, um decréscimo de 82% na incidência de nematóides foi constatado quando minhocas estavam presentes. Mesmo que as minhocas não afetassem diretamente o tamanho da população de nematóides, a biomassa da raiz na sua presença não foi afetada pelos nematóides e foi suprimida a inibição esperada da fotossíntese. Esta foi a primeira vez em que se demonstrou que minhocas agem na redução dos efeitos de nematóides em plantas infestadas. Aparentemente, a presença de minhocas na rizosfera induziu mudanças sistêmicas na expressão gênica da planta, levando ao aumento da atividade fotossintética e da concentração de clorofila nas folhas. Tais observações indicam que atividades da fauna do solo são, provavelmente, mais importantes do que até agora se considerava a determinação de respostas individuais da planta a estresse.

Comunidades que estão acima do solo são afetadas tanto por interações diretas como indiretas com a cadeia trófica de organismos do solo. Atividades alimentares desta cadeia na detritosfera estimulam a ciclagem e a absorção de nutrientes, bem como o desempenho da planta e, dessa forma, influenciam diretamente também os herbívoros da parte aérea. Estudos em agro ecossistemas tradicionais de arroz irrigado na Ásia evidenciam que o acréscimo de matéria orgânica em parcelas experimentais auxilia populações de detritívoros e organismos que se alimentam de plâncton, os quais, por sua vez, auxiliam na abundância de predadores generalistas acima do solo. Além disso, *Collembolas* que habitam o solo são considerados importantes, pois constituem uma fonte alternativa de presas para predadores como besouros carabídeos, quando insetos pragas são escassos.

Por outro lado, a biota do solo exerce efeitos diretos sobre as plantas, por se alimentarem de raízes e por formarem relações antagônicas ou mutualísticas com suas plantas hospedeiras, como as micorrizas. Essas interações com plantas influenciam não somente o próprio desempenho das plantas “hospedeiras”, mas também o de herbívoros e, potencialmente, de seus predadores. Vestergard et al. (2004) observaram que interações entre afídeos e organismos da rizosfera foram afetadas pelo desenvolvimento da planta e pela condição nutricional do solo. Esse estudo foi um dos primeiros a confirmar que a biota acima e abaixo do solo é capaz de interagir tendo a planta como mediador.

#### **4. FERTILIDADE DO SOLO E RESISTÊNCIA DAS PLANTAS A PRAGAS**

A resistência de plantas a insetos-praga varia com a idade e o estágio de crescimento da planta, sugerindo que a resistência está diretamente ligada à fisiologia da planta. Qualquer fator que afete fisiologicamente a planta (ex. adubação) está, portanto potencialmente ligado a mudanças na resistência a insetos-praga. De fato, foi demonstrado que a fertilização afeta as três categorias de resistência propostas por Painter (1951): preferência, antibiose e tolerância. Ademais, respostas morfológicas óbvias de culturas a fertilizantes, como mudanças na taxa de crescimento, aceleração ou atraso na maturação, tamanho de partes da planta, e espessura ou rigidez da cutícula, podem influenciar indiretamente o sucesso de muitas espécies de pragas na exploração da planta hospedeira. Por exemplo, Adkisson (1958) encontrou aproximadamente três vezes mais larvas do bicudo do algodoeiro (*Anthonomas grandis*) em algodão sob aplicações pesadas de fertilizantes em comparação com algodão que não os recebeu, provavelmente devido a um aumento no período de crescimento do algodão, resultante do aumento de fertilizantes. Klostermeyer (1950) observou que fertilizantes nitrogenados aumentaram

o tamanho e a coesão da palha de milho doce, o que reduziu os níveis de infestação da lagarta da espiga (*Heliothis zea*). Hagen e Anderson (1967) observaram que a deficiência de zinco reduz a pubescência em folhas de milho, com consequente aumento no ataque por adultos da broca da raiz do milho (*Diabrotica virgifera*).

Efeitos de práticas de fertilização do solo na resistência de pragas podem ser mediados através de mudanças no conteúdo nutricional das culturas. Para quantidades equivalentes de nitrogênio aplicado (100 e 200 mg/vaso), Baker (1975) descobriu que concentrações de nitrato em folhas de espinafre foram mais altas quando se aplicou nitrato de amônio do que quando se usaram cinco adubos orgânicos. Em um estudo comparativo de agricultores convencionais e orgânicos do Meio-Oeste americano, Lockeretz et al. (1981) constataram que milho produzido organicamente (PO) teve níveis menores de todos os aminoácidos (exceto metionina) do que milhos produzidos convencionalmente (PC). Eggert e Kahrman (1984) também mostraram que feijões secos PC tem mais proteínas do que feijões PO. Níveis altos de N nos tecidos do pecíolo também foram encontrados em feijões PC. Entretanto, níveis de potássio e fósforo foram maiores nos pecíolos de feijões PO do que em PC. Em um estudo comparativo a longo prazo entre efeitos de fertilizantes orgânicos e sintéticos no conteúdo nutricional de farinha de vegetais (espinafre, repolho, batatas e cenouras), demonstrou que vegetais PO contiveram níveis consistentemente menores de nitrato e maiores de potássio, fósforo e ferro do que vegetais PC (Schuphan, 1974).

Pesquisas demonstram que a fertilidade do solo influencia de muitas formas, a capacidade de uma cultura reagir a ataques de pragas. Em face disso, existem pesquisas sugerindo que a disponibilidade de nutrientes no solo não apenas afeta tanto o nível de dano à planta por herbívoros, quanto à capacidade das plantas se recuperarem da herbivoria. O estudo de Meyer (2000) mostrou a influência da fertilidade do solo nos graus de desfolhamento e de compensação em plantas de *Brassica nigra* afetadas por lagartas de *Pieris rapae*. Nesse estudo, a percentagem de desfolhamento foi mais de duas vezes maior em solos com baixa fertilidade em relação aos de alta fertilidade, embora plantas crescidas em solos de alta fertilidade tenham perdido grande quantidade de área foliar em termos absolutos. Tanto em solos com alta fertilidade, quanto em solos com baixa fertilidade, o número total de sementes e a massa média de semente de plantas danificadas foram equivalentes aos observados em plantas não afetadas. A fertilidade do solo parece não influenciar a compensação das plantas em termos de capacidade materna. No entanto alguns estudos indicam uma falta de resposta de insetos mastigadores a aplicações de fertilizantes.

## 5. EFEITOS INDIRETOS DE NITROGÊNIO DO SOLO EM DANOS CAUSADOS POR ARTRÓPODES EM CULTURAS

Práticas de fertilização podem ter efeitos indiretos na resistência de plantas a insetos-praga, por modificar a composição nutricional delas. O nitrogênio total (N) tem sido considerado um fator nutricional crítico mediando a abundância e a aptidão de herbívoros. A maioria dos estudos demonstra aumentos marcados no número de pulgões e ácaros em resposta a aumentos na aplicação de nitrogênio. Segundo van Emden (1966), acréscimos na fecundidade e no desenvolvimento do pulgão-verde do pessegueiro (*Myzus persicae*), estavam altamente correlacionados aos níveis de aumento de nitrogênio solúvel em tecidos foliares. Outros autores também mostram o aumento da população de ácaros e afídeos em consequência da fertilização com nitrogênio. Aumentos em populações de insetos herbívoros associados à brássicas em resposta a N também foram demonstrados.

Em dois anos de estudo, Brodbeck et al. (2001) observaram que populações de tripes *Frankliniella occidentalis* foram significativamente maiores em tomates que haviam recebido taxas mais altas de adubação nitrogenada. Outras populações de insetos aumentaram subsequentemente à fertilização nitrogenada, incluindo lagartas-militares em milho, lagartas-da-espiga-do-milho em algodão, *Psylla pyricola* em pêra, cochonilha-vermelha (*Pseudococcus comstocki*) em maçã e broca-do-colmo-do-milho (*Ostrinia nubilalis*) em milharais.

Devido às plantas serem uma fonte de nutrientes a insetos herbívoros, um aumento no conteúdo de nutrientes da planta poderia aumentar sua aceitabilidade como fonte de alimento para populações de pragas. Variações nas respostas de herbívoros podem ser explicadas pelas diferenças nos comportamentos de alimentação desses animais. Por exemplo, com o aumento nas concentrações de nitrogênio no arbusto *Larrea tridentata*, populações de insetos sugadores aumentaram, enquanto que o número de insetos mastigadores diminuiu. É plausível que com maior fertilização com nitrogênio a soma de nutrientes na planta aumente, bem como a quantidade de metabólitos secundários, os quais podem afetar seletivamente padrões alimentares dos herbívoros. Em particular, inibidores da digestão de proteínas, encontrados em vacúolos de células vegetais, não são consumidos por sugadores, mas prejudicam herbívoros mastigadores. Entretanto, tal resposta diferencial não parece mudar a tendência geral quando se analisam estudos de nutrição de plantas ou de ataque de pragas.

Scriber (1984), revisando pesquisas sobre a nutrição de plantas e ataques de insetos, de até 50 anos anteriores a sua pesquisa de revisão, encontrou 135 estudos mostrando o aumento de danos e/ou crescimento de insetos mastigadores e ácaros em culturas em que se usou adubação nitrogenada, contra menos de 50 estudos relatando uma diminuição dos danos por herbivoria de insetos. Em síntese, esses resultados sugerem uma hipótese com implicações para um modelo de uso de fertilizantes na agricultura, isto é, grandes adições de N podem resultar em altos níveis de danos por herbivoria. Como consequência, espera-se que as plantas tornem-se menos propensas a insetos pragas e doenças se práticas de fertilização orgânica forem utilizadas, visto que geralmente elas resultam em menores concentrações de N nos tecidos vegetais. Contudo, Letourneau (1988) questiona se tal hipótese, baseada na revisão de Scriber, pode ser extrapolada de forma geral para se associar adição de fertilizantes a ataque de insetos-pragas em agro ecossistemas. Letourneau revisou 100 estudos e encontrou que dois terços (67) dos trabalhos sobre insetos e ácaros mostraram um aumento no crescimento, sobrevivência, taxa reprodutiva, densidade populacional ou níveis de danos em plantas em resposta ao acréscimo de fertilizantes nitrogenados. O terço restante dos artrópodes estudados mostrou, seja decréscimo nos danos quando da utilização de fertilizantes nitrogenados, seja nenhuma mudança significativa. O autor ressaltou também que o desenho experimental pode afetar os tipos de respostas observadas.

Em estudo conduzido em Patzun, Guatemala, a maioria dos agricultores não reconheceram insetos herbívoros como um problema em seus cultivos, com consórcio entre milho (*Zea mays*), feijão (*Phaseolus vulgaris*), fava (*Vicia faba*) e/ou abobrinha (*Cucurbita maxima*, *C. pepo*). Os agricultores atribuíram o baixo número de insetos a medidas preventivas incorporadas a suas práticas agrícolas, incluindo técnicas de manejo do solo. Agricultores desta localidade tradicionalmente misturavam cinzas, restos alimentares, resíduos culturais, plantas espontâneas, folhas secas e esterco para a produção de composto. Entretanto, a partir de 1960, fertilizantes sintéticos foram introduzidos na região e rapidamente adotados. Hoje, a maioria dos agricultores

substituiu os fertilizantes orgânicos por uréia, embora alguns deles reconheçam as consequências negativas da mudança e queixem-se do aumento das populações de pragas em suas *milpas* desde a sua introdução.

Em outros estudos conduzidos nas áreas montanhosas da Guatemala, observou-se que milharais tratados com fertilizantes orgânicos (aplicados por dois anos) tinham menor incidência de pulgões (*Ropalosiphum maidis*) do que aqueles tratados com fertilizantes sintéticos. Esta diferença foi atribuída à alta concentração de nitrogênio foliar nas parcelas tratadas com fertilizantes sintéticos, embora o número de *Spodoptera frugiperda* tenha mostrado uma pequena correlação negativa com o aumento do nível de nitrogênio.

## 6. DINÂMICA DE INSETOS HERBÍVOROS EM SISTEMAS FERTILIZADOS DE FORMA ORGÂNICA

A menor abundância de muitos insetos herbívoros em sistemas de baixos insumos tem sido parcialmente atribuída a um menor conteúdo de nitrogênio nos cultivares organicamente produzidos. Nesse sentido, métodos de produção utilizando adição de materiais orgânicos, melhoraram significativamente a conservação de espécies de artrópodes em todos os grupos funcionais e aumentaram a abundância de inimigos naturais em comparação a práticas convencionais. Isso sugere que menores populações de pragas em sistemas orgânicos são consequência tanto de mudanças nutricionais, induzidas na cultura pelos fertilizantes orgânicos, quanto pelo aumento do controle natural de pragas. Independentemente do caso, existem muitos exemplos nos quais menores populações de insetos herbívoros foram observadas em sistemas de baixos insumos, com uma variedade de possíveis mecanismos propostos.

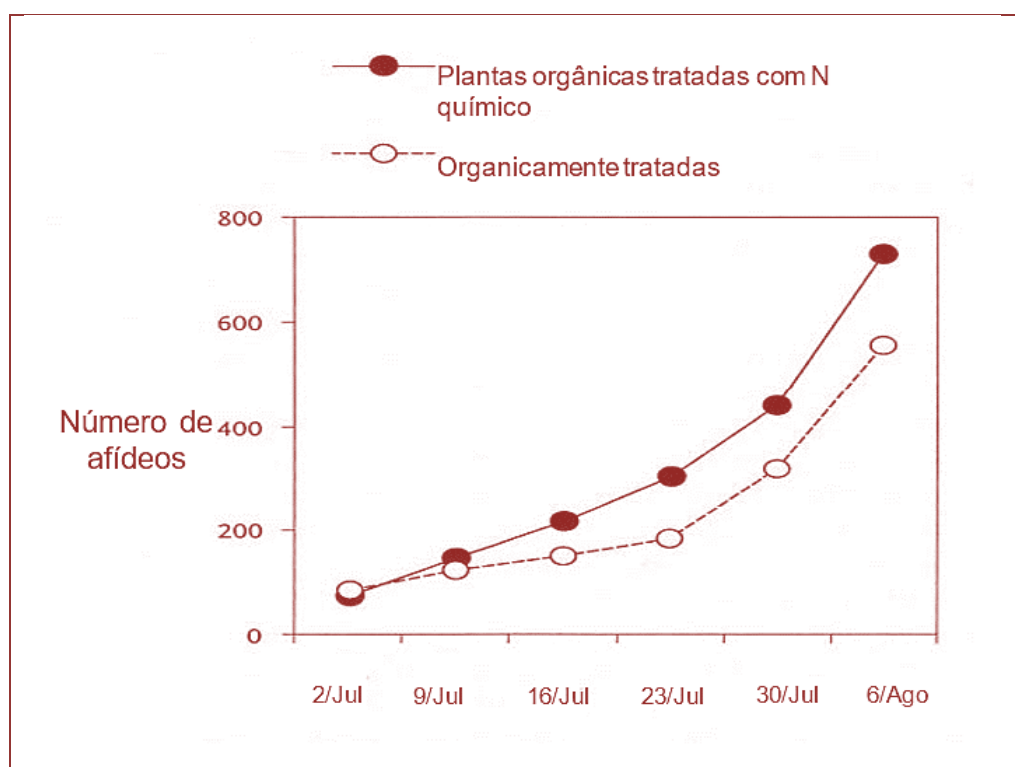
No Japão, sistemas de produção orgânica de arroz apresentaram densidade de imigrantes de cigarrinha (*Sogatella furcifera*) significativamente menor, taxa de colonização das fêmeas adultas e taxa de sobrevivência dos imaturos na geração seguinte geralmente menor quando comparados com sistemas convencionais. Consequentemente, as densidades de ninfas de cigarrinha e de adultos na geração seguinte foram decrescendo nas áreas orgânicas. Na Inglaterra, campos convencionais de trigo de inverno exibiram maior infestação do pulgão *Metopotophium dirhodum* em relação a seus equivalentes orgânicos. A cultura de trigo com fertilização convencional também tinha maiores níveis de aminoácidos livres em suas folhas durante junho, o que foi atribuído à aplicação de nitrogênio em cobertura no começo de abril. Entretanto, a diferença nas infestações de pulgões entre culturas foi atribuída a uma resposta desses insetos às proporções relativas de certos aminoácidos não proteicos e proteicos presentes nas folhas no momento da colonização da cultura. Os autores concluíram que o trigo de inverno com fertilizantes químicos era mais palatável que seu equivalente orgânico, vindo daí o maior nível de infestação.

Altieri et al. (1998) conduziram uma série de experimentos comparativos em diferentes épocas de plantio entre 1989-1998, nos quais plantas de brócolis foram submetidas a diferentes regimes de fertilização (convencional e orgânico), a fim de testar os efeitos de diferentes fontes de nitrogênio na abundância de pragas-chaves, o pulgão das brássicas *Brevicoryne brassicae* e o besouro *Phyllotreta cruciferae*. Monoculturas com fertilização convencional desenvolveram maior infestação por besouros (*Phyllotreta cruciferae*) e, em alguns casos, pelo pulgão, em relação aos sistemas orgânicos. A redução das infestações de pulgões e besouros nas parcelas orgânicas foi atribuída aos menores níveis de nitrogênio livre nas folhas. Aplicações de fertilizantes químicos em plantas individuais de

brócolis, dentro de um campo orgânico, fizeram disparar a densidade de pulgões nas plantas tratadas, mas não nas plantas ao redor (Figura-3). Estes resultados corroboram a ideia de que a preferência dos insetos pode ser modificada por alterações no tipo e na quantidade de fertilizantes utilizados.

Em contraste, um estudo comparando respostas de populações de pragas de *Brassica* sujeitas a fertilizantes orgânicos versus sintéticos, obteve maiores populações de besouros *Phyllotreta* em parcelas de couve (*Brassica oleraceae*) que receberam adição de lodo no começo da estação, em comparação com aquelas que receberam fertilizantes minerais e com as que não foram fertilizadas. Entretanto, no final da estação, nas mesmas parcelas, os níveis das populações de besouros, pulgões e lepidópteros foram mais baixos nas parcelas orgânicas. Isso sugere que o efeito do tipo de fertilizante varia com o estágio de crescimento da planta e que fertilizantes orgânicos não necessariamente diminuem as populações de pragas durante toda a estação.

**Figura-3.** Resposta da população de pulgões ao tratamento individual de plantas de brócolis orgânicos com N químico em área organicamente manejada na cidade de Albany, Califórnia (Altieri, dados não publicados)



Como exemplo, em um levantamento feito junto a produtores de tomates da Califórnia, independentemente das pronunciadas diferenças na qualidade das plantas (conteúdo de N nas folhas e caules), tanto dentro como fora dos campos de tomate, não foi encontrado nenhuma indicação de que grandes concentrações de N nos tecidos do tomate estivessem associadas com maiores níveis de danos por insetos no momento da colheita.

## 7. CONCLUSÃO

O manejo da fertilidade do solo pode causar vários efeitos sobre a qualidade e composição da planta, que, por sua vez, podem influenciar o número de insetos e os subsequentes níveis de danos por herbivoria. A realocação de adubos minerais em culturas agrícolas pode afetar a oviposição, taxa de crescimento, sobrevivência e reprodução de insetos pragas. Embora mais pesquisas sejam necessárias, evidências preliminares sugerem que práticas de fertilização do solo podem influenciar a resistência relativa de culturas agrícolas a insetos pragas. Altos níveis de nitrogênio solúvel no tecido vegetal resultaram num decréscimo na resistência a pragas, embora não se trate de um pensamento universal.

Adubos químicos podem influenciar fortemente o balanço de nutrientes nas plantas, fenômeno este que se correlaciona provavelmente a seu uso em excesso, o que resultaria em desequilíbrios nutricionais, que, por sua vez, reduz a resistência a pragas. Em contraste, práticas orgânicas promovem aumentos na matéria orgânica e na atividade microbológica do solo, e uma liberação gradual de nutrientes, que poderiam, teoricamente, proporcionar à planta uma nutrição mais balanceada. Assim, enquanto a quantidade de nitrogênio prontamente disponível à cultura pode ser menor, o status nutricional geral das plantas parece ser melhorado. Práticas de fertilização orgânica do solo podem ainda fornecer microelementos e elementos secundários, ocasionalmente ausentes em sistemas de produção convencional, baseados primariamente em fontes artificiais de N, P e K. Além das concentrações de nutrientes, fertilizações ótimas, que forneçam uma nutrição balanceada, podem estimular a resistência a ataques de insetos. Fontes orgânicas de nitrogênio podem conferir grande tolerância a danos vegetativos por liberarem nitrogênio mais lentamente ao longo de vários anos.

Estudos enfatizam a necessidade de considerar-se outros mecanismos quando se examinam a ligação entre manejo da fertilidade do solo e a susceptibilidade das plantas ao ataque de insetos. Seus estudos demonstraram que a preferência para a oviposição de pragas foliares pode ser mediada por diferenças no manejo da fertilidade do solo. Assim, o menor número de insetos-praga encontrados em sistemas de produção orgânica pode advir, em parte, de resistências mediadas por diferenças bioquímicas e de nutrição mineral nas culturas conduzidas sob tais práticas. De fato, tais resultados fornecem evidências interessantes que reforçam a ideia de que o manejo da matéria orgânica do solo em longo prazo pode melhorar a resistência de plantas a insetos-praga. Esta visão é corroborada por estudos recentes sobre as relações entre os componentes que estão sobre e no solo dos ecossistemas, a qual sugere que a atividade biológica no solo é provavelmente muito mais importante do que o que se reconhece hoje sobre a determinação de respostas individuais das plantas aos estresses causados pelos insetos, e que tais respostas são mediadas por uma série de interações esboçadas na Figura-2. Estes resultados têm aumentado nosso entendimento sobre o papel da biodiversidade na agricultura e as estreitas relações entre a biota encontrada sobre e sob a camada superficial do solo. Tal entendimento constitui em passo-chave para a construção de uma estratégia verdadeiramente nova de manejo de pragas com bases ecológicas, que combina diversificação de culturas e incremento da qualidade do solo.

## REFERÊNCIAS

- [1] Adkisson, P.L. 1958. The influence of fertilizer applications on population of *Heliothis zea* and certain insect predators. *Journal of Economic Entomology* 51: 757–759.
- [2] Altieri, M.A., Nicholls, C.I. 1990. Biodiversity, ecosystem function and insect pest management in agricultural systems. In *Biodiversity in Agroecosystems*, Ed. W. W. Collins and C. O. Qualset. Boca Raton: CRC Press. 69–84.
- [3] Altieri, M.A., Schmidt, L.L., Montalba, R. 1998. Assessing the effects of agroecological soil management practices on broccoli insect pest populations. *BIODYNAMICS* 218: 23–26.
- [4] Altieri, M.A., Nicholls, C.I. 2003. Soil fertility management and insect pests: harmonizing soil and plant health in agroecosystems. *Soil and Tillage Research* 72: 203.
- [5] Barker, A. 1975. Organic vs. inorganic nutrition and horticultural crop quality. *HortScience*: 12<ETH>15.
- [6] Basedow, T. 1995. Insect pests: their antagonists and diversity of the arthropod fauna in fields of farms managed at different intensities over a long term – a comparative survey. *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie* 10: 565–572.
- [7] Berry, N.A., Wratten, S.D., McErlach, A., Frampton, C. 1996. Abundance and diversity of beneficial arthropods in conventional and organic carrot crops in New Zealand. *New Zealand Journal of Crops and Horticultural Sciences* 24: 307–313.
- [8] Bilde, T., Axelsen, J.A., Toft, S. 2000. The value of Collembola from agricultural soils as food for a generalist predator. *Journal of Applied Ecology* 37: 672–683.
- [9] Blouin, M., Zuily-Fodil, Y., Pham-Thi, A.-T., Laffray, D., Reversat, G., Pando, A., Tondoh, J., Lavelle, P. 2005. Belowground organism activities affect plant aboveground phenotype, inducing plant tolerance to parasites. 8, 202–208.
- [10] Brodbeck, B., Stavisky, J., Funderburk, J., Andersen, P., Olson, S. 2001. Flower nitrogen status and populations of *Frankliniella occidentalis* feeding on *Lycopersicon esculentum*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 99: 165–172.
- [11] Culliney, T., Pimentel, D. 1986. Ecological effects of organic agricultural practices in insect populations. *Agric. Ecosyst. Environ.*: 253–256.
- [12] Drinkwater, L.E., Letourneau, D.K., Workneh, F., van Bruggen, A.H.C. 1995. Fundamental differences between conventional and organic tomato agro-ecosystems in California. *Ecological Applications* 5: 1098–1112.
- [13] Eggert, F.P., Kahrman, C.L. 1984. Responses of three vegetable crops to organic and inorganic nutrient sources. In: *Organic Farming: Current Technology and Its Role in Sustainable Agriculture*. Pub. No. 46. Madison, WI: American Society of Agronomy.
- [14] Hagen, A.F., Anderson, F.N. 1967. Nutrient imbalance and leaf pubescence in corn as factors influencing leaf injury by the adult western corn rootworm. *Journal of Economic Entomology* 60: 1071–77.
- [15] Hole, D.G., Perkins, A.J., Wilson, J.D., Alexander, I.H., Grice, P.V., Evans, A.D. 2005. Does organic farming benefit biodiversity? *Biological Conservation* 122: 113–130.
- [16] Jansson, R.K., Smilowitz, Z. 1985. Influence of nitrogen on population parameters of potato insects: abundance, development and damage of the Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Environmental Entomology* 14:500–506.
- [17] Kajimura, T. 1995. Effect of organic rice farming on planthoppers: re40 production of white-backed planthopper, *Sogatella furcifera* (Homoptera: Delphacidae). *Res. Popul. Ecol.* 37: 219–224.
- [18] Klostermeyer, E.C. 1950. Effect of soil fertility on corn earworm damage. *Journal of Economic Entomology* 43: 427–429.
- [19] Kowalski, R., Visser, P.E. 1979. Nitrogen in a crop-pest interaction: cereal aphids. In *Nitrogen As An Ecological Parameter*. Ed. J. A. Lee. Oxford: Blackwell Scientific Pub. 67–74.
- [20] Kumar, V., Mills, D.J., Anderson, J.D., Mattoo, A.K. 2004. An alternative agriculture system is defined by a distinct expression profile of select gene transcripts and proteins. *PNAS* 101: 10535–10540.

- [21] Lampkin, N. 1990. *Organic Farming*. Ipswich, UK: Farming Press Books.
- [22] Letourneau, D.K. 1988. In *Global Perspectives on Agroecology and Sustainable Agricultural Systems*. Proc. Sixth Int. Sci. Conference of IFOAM. Santa Cruz, CA. 581–587.
- [23] Letourneau, D.K., Drinkwater, L.E., Shennon, C. 1996. Effects of soil management on crop nitrogen and insect damage in organic versus conventional tomato fields. *Agric. Ecosyst. Environ.* 57: 174–187.
- [24] Letourneau, D.K., Goldstein, B.P. 2001. Pest damage and arthropod community structure in organic vs. conventional tomato production in California. *Journal of Applied Ecology* 38: 557–450.
- [25] Lockeretz, W., Shearer, G., Kohl, D.H. 1981. Organic farming in the corn belt. *Science* 211: 540–547.
- [26] Luna, J.M. 1988. In *Global perspectives on Agroecology and Sustainable Agricultural Systems*. Proc. Sixth. Int. Sci. Conference of IFOAM. Santa Cruz, CA. 589–600.
- [27] Magdoff, F., van Es, H. 2000. *Building Soils for Better Crops*. Washington: SARE.
- [28] Mattson, W.J., Jr. 1980. Herbivory in relation to plant nitrogen content. *Annual Review of Ecology and Systematics* 11: 119–161.
- [29] McGuinness, H. 1993. *Living Soils: Sustainable Alternatives to Chemical Fertilizers for Developing Countries*. NY: Consumers Policy Institute.
- [30] Meyer, G.A. 2000. Interactive effects of soil fertility and herbivory on *Brassica nigra*. *Oikos* 22: 433–441.
- [31] Morales, H., Perfecto, I., Ferguson, B. 2001). Traditional fertilization and its effect on corn insect populations in the Guatemalan highlands. *Agric. Ecosyst. Environ.* 84: 145–155.
- [32] Moreby, S.J., Aebischer, N.J., Southway, S.E., Sotherton, N.W. 1994. A comparison of flora and arthropod fauna of organically and conventionally grown winter wheat in southern England. *Annals of Applied Biology* 12: 13–27.
- [33] Nicholls, C.I., Altieri, M.A. 2005. Designing and implementing a habitat management strategy to enhance biological pest control in agroecosystems. *BIODYNAMICS* 251, 26–36.
- [34] Painter, R.H. 1951. *Insect Resistance in Crop Plants*. Lawrence, KS: University of Kansas Press.
- [35] Pfiffner, L., Niggli, U. 1996. Effects of biodynamic, organic and conventional farming on ground beetles (Coleoptera: Carabidae) and other epigeic arthropods in winter wheat. *Biological Agriculture and Horticulture* 12: 353–364.
- [36] Phelan, P.L., Mason, J.F., Stinner, B.R. 1995. Soil fertility management and host preference by European corn borer, *Ostrinia nubilalis*, on *Zea mays*: a comparison of organic and conventional chemical farming. *Agric. Ecosyst. and Env.* 56: 1–8.
- [37] Pimentel, D., Warneke, A. 1989. Ecological effects of manure, sewage sludge and other organic wastes on arthropod populations. *Agricultural Zoology Reviews* 3: 1–30.
- [38] Schuphan, W. (1974). Nutritional value of crops as influenced by organic and inorganic fertilizer treatments: results of twelve years' experiments with vegetables (1960–1972). *Qual. Plant Plant Foods Human Nutr.* 23: 333–358.
- [39] Scriber, J.M. 1984. Nitrogen nutrition of plants and insect invasion. In *Nitrogen in Crop Production*. Ed. R. D. Hauck. Madison, WI: American Society of Agronomy.
- [40] Settle, W.H., Ariawan, H., Astuti, E.T., Cahyana, W., Hakim, A.L., Hindayana, D., Lestari, A.S. 1996. Managing tropical rice pests through conservation of generalist natural enemies and alternative prey. *Ecology* 77: 1975–1988.
- [41] Slansky, F., Rodriguez, J.G. 1987. *Nutritional ecology of insects, mites, spiders and related invertebrates*. New York: Wiley.
- [42] Slansky, F. 1990. Insect nutritional ecology as a basis for studying host plant resistance. *Florida Entomol.* 73: 354–378.
- [43] Van der Putten, W.H., Vet, L.E.M., Harvey, J.A., Wackers, F.L. 2001. Linking above- and belowground multitrophic interactions of plants, herbivores, pathogens, and their antagonists. *Trends in Ecology & Evolution* 16: 547–554.



- [44] van Emden, H.F. 1966. Studies on the relations of insect and host plant. III. A comparison of the reproduction of *Brevicoryne brassicae* and *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) on brussels sprout plants supplied with different rates of nitrogen and potassium. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 9, 444–460.
- [45] Vestergard, M., Bjornlund, L., Christensen, S. 2004. Aphid effects on rhizosphere microorganisms and microfauna depend more on barley growth phase than on soil fertilization. *Oecologia* 141: 84.
- [46] Wardle, D.A., Bardgett, R.D., Klironomos, J.N., Setälä, H., van der Putten, W.H., Wall, D.H. 2004. Ecological linkages between aboveground and belowground biota. *Science* 304, 1629–33.

# Capítulo 16

## *Reaproveitamento do pó do granito na plantação da alface simpson em forma de rochagem*

*Gerliana Silvestre de Souto*

*Carlos César de Araújo*

*Jacques Lucas de França Azevedo*

*Maria Carolina Albuquerque Feitosa Amador*

**Resumo:** A rocha granítica britada e moída pode ser utilizada como fertilizante natural para suprir as necessidades do solo do Município de Parelhas e desta forma contribuir com o melhor desenvolvimento da planta. O reaproveitamento do pó da rocha é uma alternativa viável, financeiramente vantajosa e ambientalmente sustentável à medida que o rejeito da mineração, passa a ser um subproduto dos mineradores e os agricultores são beneficiados pela redução dos gastos com fertilizantes. O material analisado foi cedido pela Pedreira Britador Caicó, localizada no município de Caicó/RN. A pesquisa está sendo realizada nas dependências do IFRN Campus Avançado Parelhas: a preparação da amostra ocorreu no Laboratório de Tratamento de Minério; o plantio da alface Simpson foi feito no viveiro de mudas e a análise do crescimento ocorreu no Laboratório de Biologia. Observou-se que as alfaces plantadas no solo com 150g do pó apresentaram um maior peso referente a sua parte aérea em relação as outras, mas o mesmo dado não foi significativo a 5% de probabilidade do teste de Tukey.

**Palavras-chave:** Rochagem. Alface Simpson. Granito. Rejeito. Fertilizante.

## 1. INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como objetivo apresentar à comunidade acadêmica e sociedade em geral, o reaproveitamento do pó do granito a partir de rejeitos da mineração. A Rochagem compreende a recuperação da fertilidade de solos pobres por meio do uso de rochas em forma de pó, tornando possível a substituição do uso de fertilizantes químicos, reduzindo o custo e impacto ambiental para as plantações. Além da contribuição financeira ao produtor rural, ela garante ao minerador um menor dano ambiental e maior lucratividade, uma vez que o produto indesejado passa a ter valor no mercado.

O município de Parelhas/RN situa-se no domínio semiárido do sertão nordestino, e na microrregião Seridó Oriental (CPRM, 2005). Devido ao baixo grau de intemperismo, o solo encontrado possui espessura fina e pobreza de nutrientes. Como resultado, os agricultores são obrigados a fazer uso de fertilizantes químicos. Essa prática traz prejuízo ao meio ambiente e à saúde do trabalhador (uma vez que não estejam com os equipamentos de proteção individual adequados), além disso, os altos preços cobrados por estes insumos limita a renda dos produtores.

As amostras de granito foram coletadas na Pedreira Britador Caicó, localizada no município de Caicó/RN. A pesquisa está sendo realizada nas dependências do IFRN Campus Avançado Parelhas: a homogeneização e quarteamento da amostra ocorreram no Laboratório de Tratamento de Minério; o plantio da alface Simpson foi feito no viveiro de mudas e a verificação do crescimento no Laboratório de Biologia.

O clima seco e uma taxa de germinação não ideal acarretaram lentidão no brotamento. Porém este retardo não comprometeu a qualidade das alfaces e observou-se que o pó do granito contribui com uma taxa de crescimento mais rápida e proporcione um maior desenvolvimento das plantas, comparadas as que não receberam.

## 2. METODOLOGIA (OU MATERIAIS E MÉTODOS)

A amostra inicial pesava 50kg, com uma granulometria entre 04 e 200# (mesh). As ações executadas são divididas entre homogeneização e quarteamento. Estas etapas têm a finalidade de obter a amostra final representativa (BRISOLA et al., 2012) em 6kg divididos entre 20 sacos.

A areia e o adubo utilizados foram apanhados no sítio localizado a 1km do campus. As Alfaces foram plantadas em 20 sacos de plantio, contendo 3 sementes em 1Kg de massa (areia + adubo) e irrigação diária de 15 minutos com água da chuva. As amostragens se dividiram nos 20 sacos da seguinte forma: 4 deles não foram utilizados as dosagens do pó, sendo utilizado apenas 500g de areia e 500g de adubo; nos demais foram colocadas as dosagens de 150, 300, 450 e 600 gramas do pó em 4 repetições de cada um, com 425, 350, 275 e 200 gramas de areia e pesos iguais para o adubo.

No Laboratório de Biologia foram analisados por meio de uma balança de precisão, foram obtidos os pesos das Alfaces Simpsons. Foi utilizado uma estufa BOD para retirar a umidade e assim sendo examinados os pesos secos e frescos tanto das partes aéreas e das raízes das plantas.

### 3. DESENVOLVIMENTO

O rejeito mineral é o produto resultante da sobra do processo de beneficiamento do minério. Entre outras aplicações, pode-se citar a utilização como matéria prima na produção de materiais cerâmicos; tratamento de esgoto, produção de tintas e insumo agrícola. No entanto, embora economicamente viável e tecnicamente possível, o aproveitamento dos resíduos ainda está longe da realidade.

Dercio et al. (2012) defendem que o substrato está entre os principais fatores que ajudam na produção de mudas de qualidade. Eles são responsáveis pelo crescimento rápido e adequado das raízes, apresentando melhorias no potencial das plantas.

Os benefícios decorrentes da utilização de pós de rocha são: O fornecimento lento de macro e micronutrientes; aumento da disponibilidade desses nutrientes nos solos cultivados; reequilíbrio do pH e aumento da reserva nutricional do solo (MELAMED et al., 2007). O pó de rocha pode ser utilizado em diversos tipos de plantas, visto a diversidade de componentes químicos presentes.

Marina K. et al. (2011) Apresentam resultados positivos sobre a utilização da rochagem na agricultura, de uma maneira em que ela é um ótimo fertilizante e uma ótima saída, tanto econômica como ambiental assim incentivando a produção de mudas nativas e da aplicação dos rejeitos das mineradoras. Porém Tiago E. et al. (2014) propõem um estudo mais aprofundado sobre o pó de rochas ígneas no cultivo de plantas, avaliando o desempenho da planta com e sem o pó da rocha. Acarretando resultados diferentes em todos os dados coletados, onde esse pó traz efeitos positivos para as plantas e não prejudicando o solo daquela área.

Maíra L. et al. (2007) Mostram que o uso de rochas ricas em fósforo trazem melhorias para as plantas como um todo. Mas, que em excesso pode ser prejudicial e acabar trazendo malefícios para a mesma. O Brasil apresenta uma forte desvalorização das rochas fosfáticas, principalmente por conta da impurezas minerais que o solo contém, mas o texto reforça que o uso no cultivo das plantas se torna uma boa saída para a menor utilização de fertilizantes.

Atualmente, o consumidor está mais consciente em adquirir alimentos com propriedades funcionais, como as frutas e hortaliças (MATTOS et al., 2009). A Alface Simpson semente preta tem grande importância na alimentação e na saúde humana destacando-se, principalmente, como fonte de vitaminas e sais minerais, e por constituir-se na mais popular hortaliça folhosa (OLIVEIRA et al., 2004).

### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A colheita foi realizada 27 dias após o plantio. As alfaces plantadas demoraram 4 dias para germinarem, já que as sementes que foram plantadas não estavam nas melhores condições de germinação, apresentando uma taxa de germinação de 98%. Por ser uma hortaliça que cresce muito rápido, a Alface Simpson é uma ótima sugestão para os agricultores que querem adotar a prática da Rochagem mas não sabem em que planta essa prática pode ser eficiente.

Apesar de ser uma rocha bastante silicosa, o granito utilizado é uma das melhores opções para suprir principalmente a falta de fósforo e de potássio que o solo apresenta, o cálcio e o sódio também estão disponíveis para serem aproveitados pelas plantas. De acordo com ALGERI et al. (2018), as alfaces serem cultivadas de maneiras isoladas proporcionam as

mesmas um maior aproveitamento dos nutrientes principalmente por conta de não haver uma competição entre outras culturas com raízes maiores do que a das alfaces. Com essa maior oferta de nutrientes, almeja-se alcançar, nas amostras contendo o granito, um produto com folha maiores e mais numerosas, como também maior peso fresco, seco e diâmetro do colo.

A partir de todos os dados avaliados notou-se uma melhora no crescimento das plantas usando o pó de rocha de modo em que as amostras com 150 gramas obtiveram um desempenho melhor em relação as demais alfaces.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por fim, pode-se concluir que a rochagem é uma ótima solução para mitigar os danos ambientais provocados pelos rejeitos das mineradoras somada a um excelente substituto dos fertilizantes aplicados pelos agricultores. Sugere-se que no futuro eventuais pesquisas sobre o pó retirado do granito, possa ser utilizado em demais hortaliças como o Repolho e a Cenoura. Outrossim, recomenda-se a investigação da amostra que apontar o melhor resultado por meio da caracterização mineralógica, para que de forma pormenorizada seja explicada a relação entre os íons solúveis no solo em colaboração com o crescimento dos vegetais.

## REFERÊNCIAS

- [1] ALGERI, A. Et al. Cultivo em consórcio de repolho, alface e cenoura. Braz. J. of Develop. Curitiba: v. 4, n. 6, 2018.
- [2] BRISOLA, D. Et al. Otimização no preparo de amostras para análise em espectrofotômetro de fluorescência de raios X. XVI Jornada de Iniciação Científica – CETEM. Minas Gerais: 2012. CPRM. PROJETO CADASTRO DE FONTES DE ABASTECIMENTO POR AGUA
- [3] SUBTERRÂNEA. Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea. Recife.
- [4] DERCIO C. Et al. Produção de mudas de almeirão e cultivo no campo, em sistema agroecológico. Campina Grande: Bras. eng. agríc. Ambiente, 2012.
- [5] MAÏRA L. Et al. O uso de pó de rocha fosfática para o desenvolvimento da agricultura familiar no Semi-Árido brasileiro. Jornada da iniciação científica, 2007.
- [6] MATTOS LM; MORETTI CL; MOURA MA; MALDONADE IR; SILVA EYY. Produção segura e rastreabilidade de hortaliças. Horticultura Brasileira 27. Brasília: 2009.
- [7] MARINA K. Et al. EFEITO DA APLICAÇÃO DE PÓ DE BASALTO NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE MUDAS DE CAMU-CAMU (*Myrciaria dubia*). Rev. Bras. Frutic. vol.33 no.3 Jaboticabal Sept. 2011.
- [8] MELAMED, R.; GASPAR, J. C.; MIEKELEY, N.; Pó de rocha como fertilizante alternativo para sistemas de produção sustentáveis em solos tropicais. Série estudos e documentos. Brasília: CETEM/MCT, 2007.
- [9] TIAGO E. Et al. Utilização do pó de basalto em substratos para mudas de *Eucalyptus grandis*. Seropédica: Floresta e Ambiente, 2014.
- [10] OLIVEIRA, A. Et al. Divergência genética e descarte de variáveis em alface cultivada sob sistema hidropônico. Acta Scientiarum. Agronomy. Maringá: v. 26, no. 2, 2004.

# Capítulo 17

## *Crescimento de mudas de Enterolobium contortisiliquum (Vell.) Morong colonizadas por fungos micorrízicos arbusculares sob diferentes níveis de fósforo*

*Thaís Nascimento Meneses*

*Hercules Rosário Santos*

*Andrea Verônica Gobbi Barbosa*

*Robério Anastácio Ferreira*

*Pedro Roberto Almeida Viégas*

*Regina Helena Marino*

**Resumo:** A produção de mudas de espécies florestais é uma importante etapa em trabalhos de restauração de matas ciliares, cujo crescimento e taxa de sobrevivência após o plantio podem ser influenciados por micro-organismos endofíticos e pela nutrição das plantas. Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a interação de fungos micorrízicos arbusculares no crescimento inicial de mudas da espécie arbórea tamboril (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong), cultivadas em diferentes níveis de fósforo, em estufa agrícola. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 4, correspondente a quatro tratamentos (Testemunha – sem inoculação fúngica e três isolados de fungos micorrízicos arbusculares: UFLA05 - *Gigaspora albida*, UFLA372 - *Claroideoglossum etunicatum* e UFLA 401 - *Acaulospora morrowiae*) e quatro níveis de fósforo (0, 50, 100 e 200 mg.dm<sup>-3</sup> de P2O5), tendo quatro repetições cada tratamento. A adição de fósforo até 200 mg.dm<sup>-3</sup> de P2O5 no substrato de produção das mudas do tamboril, não influencia no crescimento das mudas não inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares, mas aumenta o teor de fósforo foliar. A colonização por fungos micorrízicos arbusculares não inibe a simbiose por bactérias nativas fixadoras do nitrogênio no tamboril. Os níveis crescentes de fósforo no substrato influenciam na taxa de colonização micorrízica e/ou por bactérias nativas fixadoras do nitrogênio, a depender da interação com a planta hospedeira. O tamboril é responsivo à inoculação dos isolados UFLA05, UFLA372 e UFLA401 e ao emprego da adubação fosfatada de 50 a 200 mg.dm<sup>-3</sup> de P2O5. A dependência micorrízica avaliada pela matéria seca da parte aérea e da raiz e pelo teor de fósforo foliar permite avaliar com maior precisão o efeito da inoculação micorrízica sobre o crescimento vegetativo, ao contrário do que é citado na literatura com o emprego apenas de matéria seca total.

**Palavras-chave:** Fabaceae, nutrição vegetal, restauração florestal.

## 1. INTRODUÇÃO

A espécie *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong, também conhecida como tamboril, timbaúba ou orelha-de-negro, é uma arbórea nativa das florestas brasileiras, pioneira, heliófita e higrófitas pertencente à família Fabaceae (LORENZI, 2014), que tem sido empregada em reflorestamentos de áreas degradadas e em plantios mistos, por conferir proteção aos recursos naturais e à biodiversidade (COLMANETTI *et al.*, 2016).

No solo são encontrados diversos micro-organismos que podem se associar às espécies vegetais, assim como os fungos e bactérias endofíticas. Dentre os micro-organismos comumente encontrados em solos tropicais, os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) realizam a simbiose com mais de 80% das espécies vegetais e são responsáveis pelo aumento de absorção de água e de nutrientes, bem como pela indução da resistência a patógenos (ALMARAZ-SUÁREZ *et al.*, 2021; WALTER *et al.*, 2016; GERLACH *et al.*, 2015; COLODETE *et al.*, 2014). Os FMAs também podem favorecer a conservação do solo, devido a agregação das partículas do solo pela ação de suas hifas, e pela liberação de uma glicoproteína denominada glomalina (SILVA *et al.*, 2016; RUBIN e STÜRMER, 2015).

Em Fabaceae, além da colonização por fungos micorrízicos, pode também ocorrer a interação da planta com bactérias fixadoras do nitrogênio (JALONEN *et al.*, 2013; TWUM-AMPOFO, 2008), que em conjunto podem estimular o crescimento e a sobrevivência das plantas em condições adversas, tal como o déficit hídrico (LEITE *et al.*, 2017; TAVARES, 2020). Pouyú-Rojas e Siqueira (2000) verificaram que a inoculação micorrízica de *Glomus etunicatum*, *Gigaspora margarita* e *Acaulospora scrobiculata* aumentou o teor de nutrientes na parte aérea de tamboril. Por outro lado, Silva (2020) observou que no tamboril, a inoculação da bactéria fixadora do nitrogênio *Azospirillum brasiliense* em mudas colonizadas pelo fungo micorrízico *Glomus clarum* não favoreceu a sobrevivência destas em área degradada por mineração, no Estado de Sergipe.

Na interação de fungos micorrízicos arbusculares com as plantas, Dalanhol *et al.* (2016) observaram que solos com elevados níveis de fósforo podem reduzir eficiência da micorriza no desenvolvimento da planta hospedeira, pois solos ricos em nutrientes não estimulam a simbiose. Enquanto um baixo nível de fósforo no solo é um sinal químico que favorece a colonização micorrízica da planta hospedeira (GÓMEZ e VILLATE, 2010), além de favorecer a diversidade de espécies micorrízicas de *Acaulospora* e a predominância de espécies de *Glomus* (CAMARA *et al.*, 2016).

Em tamboril, Abreu *et al.* (2018) verificaram que as plantas inoculadas com *Gigaspora margarita* apresentaram maior crescimento vegetativo quando cultivadas em solo sem adubação fosfatada. Sugai (2011) também observou que a inoculação com *Glomus etunicatum* associado a *G. margarita* ou o emprego do inoculante dos FMAs nativos promoveu um maior crescimento de tamboril, na ausência de adubação fosfatada.

Na literatura não foram encontrados relatos sobre a interação de micro-organismos endofíticos com níveis de fósforo no desenvolvimento do tamboril. Desta forma, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a interação de fungos micorrízicos arbusculares no crescimento inicial de mudas de tamboril (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.), produzidas com diferentes níveis de fósforo, em estufa agrícola.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em estufa agrícola do Departamento de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal de Sergipe, no município de São Cristóvão – Sergipe, cuja classificação climática é tropical com verão seco e inverno chuvosos segundo Köppen é As (ALVARES *et al.*, 2013).

### 2.1. ORIGEM E PRODUÇÃO DO INOCULANTE MICORRÍZICO

Os isolados micorrízicos arbusculares UFLA05 - *Gigaspora albida* Schenck & Smith; UFLA372 - *Claroideoglossum etunicatum* (Becker & Gerd.) Walker & Schüßler e UFLA411 - *Acaulospora morrowiae* Spain & Schenck) foram doados pelo Laboratório de Microbiologia do Solo, do Departamento de Ciências do Solo, da Universidade Federal de Lavras, Lavras – Minas Gerais, Brasil.

Na multiplicação dos isolados micorrízicos foi utilizado solo Neossolo quartarênico. Para tanto, o solo foi autoclavado a 121°C e 1 atm durante uma hora e repetido após 24 h. Após o resfriamento, o solo foi distribuído em vasos plásticos, previamente desinfestados com hipoclorito de sódio a 0,5% durante 20 minutos, na proporção 2:1 (solo arenoso: inóculo micorrízico). Em seguida foi realizada a semeadura da braquiária (*Brachiaria decumbens*) e cultivado durante 90 dias com irrigação por microaspersão, em estufa agrícola. Após este período, foi realizado o corte da parte aérea da braquiária e suspensa a irrigação para estimular a produção de esporos dos isolados micorrízicos.

O inoculante micorrízico foi composto por fragmentos de raízes da braquiária, hifas e esporos dos isolados fúngicos testados. O número médio de esporos utilizados como inoculante foi de 232,2 em 100 g de solo arenoso, cuja determinação foi realizada segundo o método de peneiramento úmido, proposto por Gerdemann e Nicolson (1963).

### 2.2. PRODUÇÃO DAS MUDAS DE TAMBORIL (*Enterolobium contortisiliquum*) COM FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial de 4 x 4, correspondente a quatro tratamentos (Testemunha – sem inoculação fúngica e três isolados de fungos micorrízicos arbusculares - UFLA05, UFLA372 e UFLA411), quatro níveis de fósforo (0, 50, 100 e 200 mg.dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) com quatro repetições por tratamento.

O substrato utilizado na produção das mudas consistiu em solo Neossolo quartarênico autoclavado, contendo os níveis de fósforo, que foram calculados em função da porcentagem de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> solúvel em ácido cítrico, presente no fosfato natural de Gafsa.

A mistura de 2 Kg de solo autoclavado suplementado com fósforo, conforme o tratamento, foi acondicionada em sacos plásticos pretos de 3 Kg e acrescentados 10 g do inoculante micorrízico na região central do solo. Em seguida, foi realizada a semeadura de três sementes do tamboril (por tratamento e repetição). As sementes foram previamente submetidas à quebra de dormência por meio do desponte, no lado oposto ao hilo, com auxílio de uma tesoura de poda. Os tratamentos e as repetições foram distribuídos ao acaso na estufa agrícola e mantidos durante 180 dias com irrigação por microaspersão. O desbaste foi realizado após a emergência das plântulas e conduzido apenas um indivíduo por recipiente.



Aos 45 dias da inoculação micorrízica e da semeadura, foram aplicados 3 mL de uma solução preparada com 3 g de cloreto de potássio e 10 g sulfato de amônio, por litro de água e repetido quinzenalmente até 15 dias antes do término do bioensaio.

As variáveis analisadas foram: altura da planta, diâmetro do colo, comprimento da raiz, massa seca da parte aérea e da raiz, dependência micorrízica, teor de fósforo foliar, colonização micorrízica e presença de nódulos de bactérias nativas fixadoras do nitrogênio, após 180 dias da inoculação micorrízica e da semeadura.

A altura da planta e o comprimento da raiz foram determinados com auxílio de uma fita métrica graduada. O diâmetro do colo foi determinado com auxílio de um paquímetro digital. A massa seca foi determinada após a secagem a 60°C da parte aérea e da raiz, em estufa com circulação forçada de ar, até massa constante. O teor de fósforo foliar foi determinado segundo metodologia proposta por Malavolta *et al.* (1989).

A colonização micorrízica foi avaliada pelo método de intersecção segundo Giovannetti e Mosse (1980). A incidência de nódulos de bactérias nativas fixadoras do nitrogênio foi classificada por: (-) ausente, (+) presente, onde o número de símbolos (+) se refere à quantidade de repetições com a presença de nódulos.

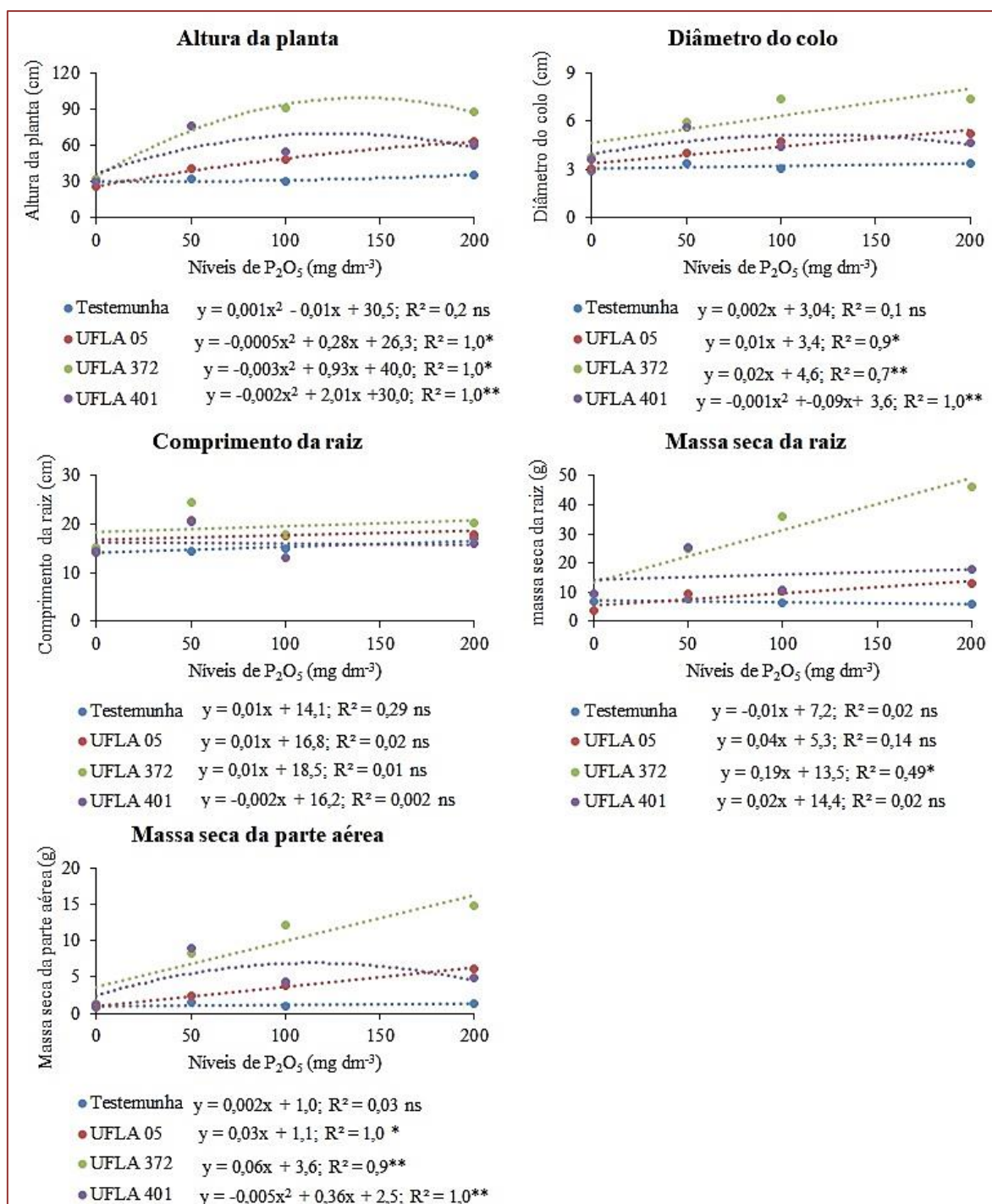
A dependência micorrízica foi avaliada nas variáveis de massa seca da parte aérea e da raiz, comprimento da raiz e do teor de fósforo foliar em relação à testemunha (sem inoculação fúngica e sem adubação fosfatada – 0 mg.dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), segundo a metodologia de Plenchette *et al.* (1983). A classificação da dependência micorrízica (DM) utilizada foi a descrita por Machineski *et al.* (2011), onde as plantas com valor de DM superior a 75% foram classificadas com dependência excessiva; de 50 a 75% com dependência alta; de 25 a 50% com dependência moderada e <25% com dependência marginal ou não responde à inoculação.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e, nos casos em que houve diferença significativa foi aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises de regressão e de correlação foram realizadas através do programa Assistat versão 7.7.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As mudas de tamboril inoculadas com os isolados micorrízicos UFLA05, UFLA 372 e UFLA401 apresentaram incremento significativo em altura da planta, no diâmetro do colo e em massa seca da parte aérea com o aumento dos níveis de fósforo. Em todos os tratamentos com isolados micorrízicos, não houve influência do níveis de fósforo no comprimento da raiz, bem como em todas as variáveis analisadas no tratamento testemunha. Na massa seca da raiz, os níveis crescentes de fósforo favoreceram ao crescimento das mudas de tamboril somente no UFLA372 (Figuras 1 a 3).

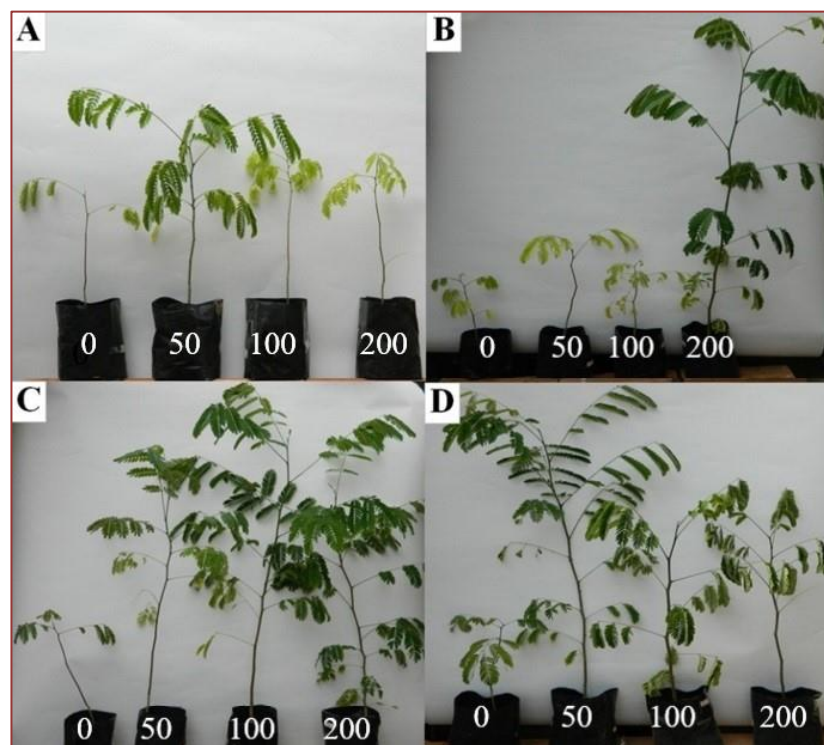
**Figura 1** - Altura da planta (cm), diâmetro do colo (cm), comprimento da raiz (cm), massa seca da raiz (g) e massa seca da parte aérea (g) de mudas de tamboril (*Enterolobium contortisiliquum*) inoculadas com os isolados micorrízicos UFLA05, UFLA372 e UFLA401 e níveis de fósforo após 180 dias da inoculação



(ns) - não significativo, (\*) significativo a 1% e (\*\*) significativo a 5% de probabilidade pelo Teste t

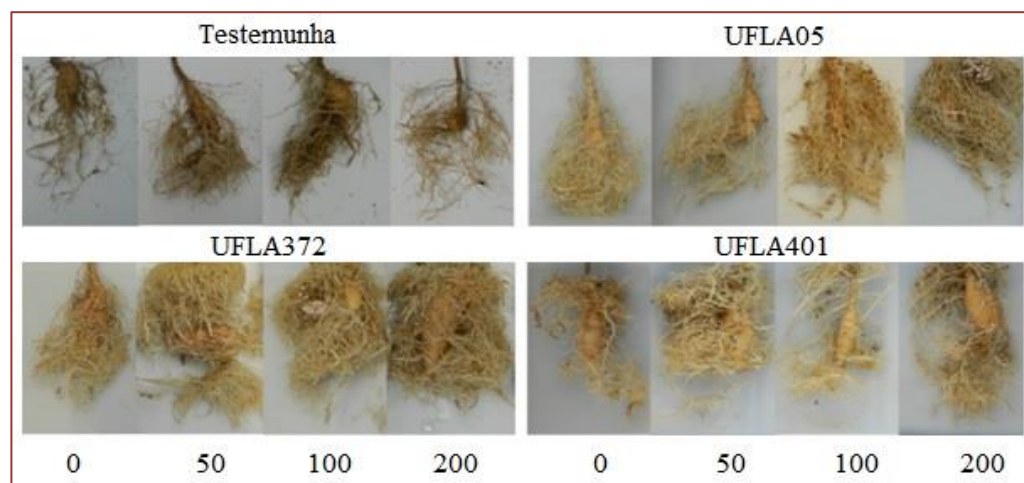
Fonte: Autores (2022).

**Figura 2** – Mudanças de tamboril (*Enterolobium contortisiliquum*) inoculadas com os isolados micorrízicos UFLA05, UFLA372 e UFLA401 e níveis de fósforo (0, 50, 100 e 200 mg.dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), após 180 dias da inoculação



Fonte: Autores (2022)

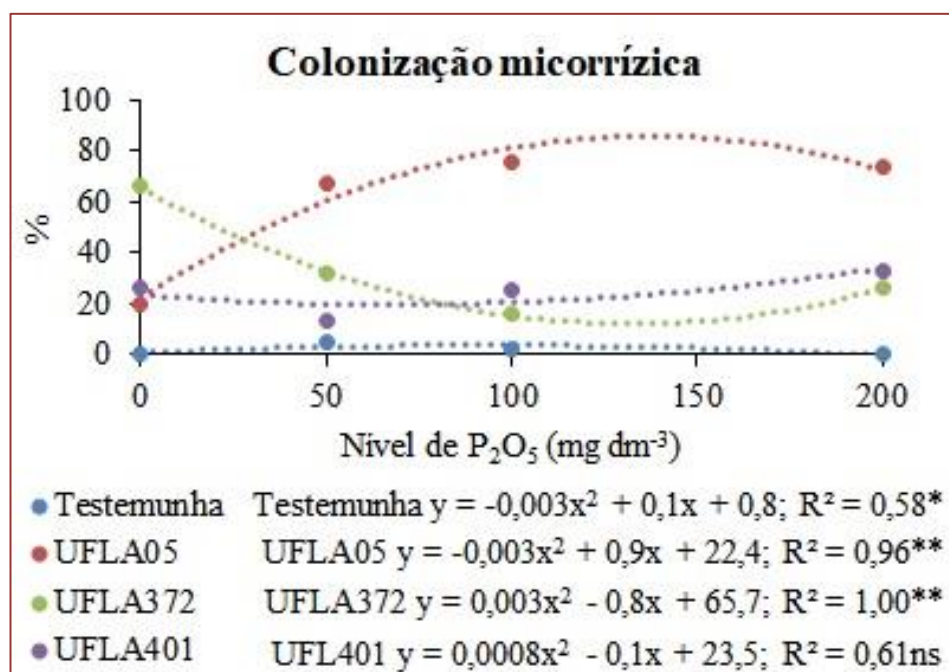
**Figura 3** – Raízes de mudas de tamboril (*Enterolobium contortisiliquum*) nos tratamentos testemunha (sem inoculação fúngica) e com isolados fúngicos micorrízicos (UFLA05, UFLA372 e UFLA401), sob diferentes níveis de fósforo (0, 50, 100 e 200 mg.dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) após 180 dias da inoculação



Fonte: Autores (2022).

No tratamento testemunha, as mudas do tamboril apresentaram colonização micorrízica de 5,3% e 2,1% apenas com 50 e 100 mg.dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, respectivamente, cujos dados foram ajustados ao modelo de regressão quadrática (Figura 4). Neste tratamento, a colonização micorrízica foi caracterizada apenas por hifas externas, sem a presença de estruturas típicas de fungos micorrízicos arbusculares, tais como: apressórios, arbúsculos, vesículas e/ou esporos. Isto não garante que a colonização observada na testemunha seja por fungos micorrízicos arbusculares, pois as hifas externas podem ser de outros fungos filamentosos, provavelmente dispersos pelo vento e/ou pela água da irrigação.

**Figura 4** – Colonização micorrízica (%) das mudas de tamboril (*Enterolobium contortisiliquum*) cultivadas com os isolados fúngicos micorrízicos arbusculares UFLA05, UFLA372 e UFLA401, sob diferentes níveis de fósforo, após 180 dias da inoculação



(\*) = significativo a 1% e (\*\*) = significativo a 5% de probabilidade pelo Teste t

Fonte: Autores (2022).

Segundo Dalanhol *et al.* (2016), a simbiose entre FMA-planta pode ser inibida em solos ricos em nutrientes, uma vez que o baixo nível de fósforo no solo serve como um sinal químico para iniciar o processo de colonização da planta hospedeira (GÓMEZ e VILLATE, 2010). Todavia, as mudas de tamboril cultivadas com UFLA05 apresentaram aumento significativo da colonização micorrízica com os níveis crescentes de fósforo no substrato, cujos dados foram ajustados à regressão quadrática (Figura 4). Neste tratamento, a taxa de colonização micorrízica de 76% e de 73,5% com o emprego de 100 e 200 mg.dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, respectivamente foram superiores aos 23% citados por Pouyú-Rojas *et al.* (2006) e aos 64% de colonização mencionados por Silva (2009), com o tamboril inoculado com outras espécies de fungos micorrízicos arbusculares e sem o emprego da adubação fosfatada.

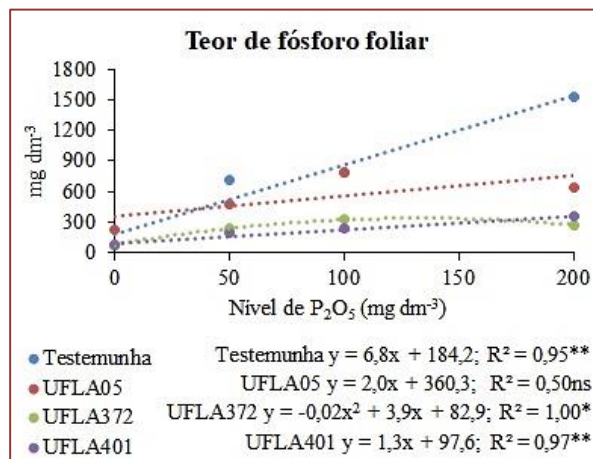
Por outro lado, no tratamento UFLA372 houve redução da taxa de colonização micorrízica de 66,0% ( $0 \text{ mg.dm}^{-3}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) para 32,2%, 16,0% e 26,1% com 50, 100 e  $200 \text{ mg.dm}^{-3}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  respectivamente, cujos dados foram ajustados à regressão quadrática (Figura 4). Da mesma forma, Oconor *et al.* (2013) e Dalanhol *et al.* (2016) obtiveram redução da taxa de colonização micorrízica em outras espécies florestais com o emprego de níveis elevados de fósforo.

No tratamento UFLA401, a taxa de colonização micorrízica das mudas do tamboril variou de 13,2% a 33,2% com 0 a  $200 \text{ mg.dm}^{-3}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , cujos dados não foram ajustados a nenhum modelo de regressão (Figura 4), ou seja, os níveis crescentes de fósforo não interferiram nesta variável, ao contrário do que foi observado por Holste *et al.* (2016) e Tavares *et al.* (2012) com outras espécies florestais e isolados micorrízicos.

Comparativamente, a variação da taxa de colonização micorrízica do tamboril obtida neste trabalho, em relação aos dados encontrados na literatura, pode ser resultado da influência da fertilidade do solo (LEITE *et al.*, 2014) e da interação fungo-planta (DIAS *et al.*, 2012; SANTOS *et al.*, 2018).

Outro aspecto importante a ser destacado é que na simbiose dos fungos micorrízicos arbusculares e a planta hospedeira ocorre aumento de absorção de elementos como, por exemplo, o fósforo, o qual é essencial ao desenvolvimento das raízes e da parte aérea das plantas (ZAMBOLIM *et al.*, 2012; CARDOSO e ANDREOTE, 2016). Neste contexto, a adição de níveis crescentes de fósforo no substrato resultou em 76,9 a  $1535,4 \text{ mg.dm}^{-3}$  de fósforo foliar na testemunha (sem inoculação fúngica), cujos dados foram ajustados ao modelo de regressão linear (Figura 5). Os teores de fósforo foliar neste tratamento não foram correlacionados com a taxa de colonização micorrízica ( $r = 0,02$ ;  $p > 0,05$ ) e este resultado pode ser devido à absorção do fósforo disponibilizado pela adubação, pois é um elemento móvel na planta e essencial nas regiões metabolicamente ativas, como as folhas, pois é utilizado como fonte de energia segundo Medeiros *et al.* (2008) e Zambolim *et al.* (2012).

**Figura 5** – Teor de fósforo foliar ( $\text{mg.dm}^{-3}$ ) de mudas de tamboril (*Enterolobium contortisiliquum*) cultivadas com isolados fúngicos micorrízicos arbusculares UFLA05, UFLA372 e UFLA401, sob diferentes níveis de fósforo após 180 dias da inoculação



(\*) = significativo a 1% e (\*\*) = significativo a 5% de probabilidade pelo Teste t

Fonte: Autores (2022).

No tratamento UFLA05, o teor de fósforo foliar variou de 232,3 a 634,9 mg.dm<sup>-3</sup> com a adição de 0 a 200 mg.dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> no substrato, cujos dados não foram ajustados a nenhum modelo de regressão (Figura 5). Por outro lado, o aumento do teor de fósforo foliar com adubação fosfatada foi correlacionado positivamente com a taxa de colonização micorrízica ( $r = 0,59$ ;  $0,01 \leq p < 0,05$ ), o que pode contribuir para aumentar a taxa de sobrevivência das mudas após o plantio em campo, tal como observado por Jalonen *et al.* (2013).

As mudas do tamboril produzidas com UFLA372 apresentaram teor de fósforo foliar mínimo de 84,4 mg.dm<sup>-3</sup> (sem adubação fosfatada; 0 mg.dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e valor máximo de 327,8 mg.dm<sup>-3</sup> com a adição de 100 mg.dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> no substrato, cujos dados foram ajustados à regressão quadrática (Figura 5). Neste resultado, deve-se considerar que o aumento do teor de fósforo foliar das mudas no UFLA372 foi correlacionado negativamente com a taxa de colonização micorrízica ( $r = -0,70$ ;  $p < 0,01$ ).

No tratamento UFLA401, o teor de fósforo foliar das mudas de tamboril aumentou de 73,8 mg.dm<sup>-3</sup> (sem adubação fosfatada; 0 mg.dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) para 354,5 mg.dm<sup>-3</sup> (200 mg.dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), cujos dados foram ajustados ao modelo de regressão linear (Figura 5). E ao contrário do que foi observado no tratamento com UFLA372, o aumento do teor de fósforo foliar das mudas com UFLA401 foi correlacionado positivamente com a taxa de colonização micorrízica ( $r = 0,55$ ;  $0,01 < p < 0,05$ ), tal como observado no tratamento com UFLA05.

O efeito benéfico da colonização micorrízica no desenvolvimento vegetativo pode ser avaliado pela dependência micorrízica. Neste sentido, as mudas do tamboril do tratamento testemunha apresentaram dependência micorrízica excessiva (86,8% a 93,4%) somente no teor de fósforo. Enquanto que nas demais variáveis, a dependência micorrízica ficou abaixo de 25%, sendo considerada ausente a influência de fungos micorrízicos no crescimento da planta, exceto no tratamento com 50 mg.dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na massa seca da parte aérea que apresentou dependência micorrízica de 30,8% (Tabela 1), ou seja, uma dependência moderada segundo Machineski *et al.* (2011). Neste tratamento, deve-se considerar que a colonização micorrízica foi caracterizada apenas pela presença de hifas externas, as quais podem ser de outros fungos filamentosos do substrato, conforme discutido anteriormente.

**Tabela 1** – Dependência micorrízica de mudas de tamboril (*Enterolobium contortisiliquum*) cultivadas com fungos micorrízicos arbusculares sob níveis crescentes de fósforo, nas variáveis de massa seca da parte aérea (DM-MSPA), teor de fósforo foliar (DM-Pfoliar), comprimento da raiz (DM-CR) e massa seca da raiz (DM-MSR), após 180 dias da inoculação

Tratamentos	Níveis de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg.dm <sup>-3</sup> )	DM-MSPA (%)	DM-Pfoliar (%)	DM-CR (%)	DM-MSR (%)
Testemunha	0	-	-	-	-
	50	30,8	86,8	-5,3	-0,2
	100	8,1	89,3	0,1	-1,7
	200	20,3	93,4	13,6	-49,5
	Regressão	ns	Linear	Linear	ns
	R <sup>2</sup>	ns	0,53**	0,70*	ns
UFLA05	0	-4,9	29,3	-3,9	-81,4
	50	52,0	73,4	22,5	-30,7
	100	56,5	79,4	15,0	-23,4
	200	73,5	80,6	16,0	5,7
	Regressão	Linear	Linear	ns	ns
	R <sup>2</sup>	0,73*	0,57*	ns	ns
UFLA372	0	41,7	8,1	3,1	23,1
	50	86,1	53,4	22,3	56,8
	100	93,1	76,2	3,5	80,2
	200	93,7	70,0	25,6	81,0
	Regressão	Quadrática	Quadrática	ns	Linear
	R <sup>2</sup>	0,96**	0,99*	ns	0,73**
UFLA401	0	28,5	21,2	-4,3	11,6
	50	90,6	58,5	27,2	70,1
	100	75,2	62,0	-14,1	15,9
	200	82,6	76,8	7,6	55,5
	Regressão	Quadrática	Linear	ns	ns
	R <sup>2</sup>	0,71**	0,76**	ns	ns

(-) dados originais utilizados como referência para cálculo da dependência micorrízica; (ns) = não significativo para regressão linear, quadrática ou cúbica, (\*) = significativo a 1% e (\*\*) = significativo a 5% de probabilidade pelo Teste t

Fonte: Autores (2022).

Comparativamente, as mudas na testemunha apresentaram valores de dependência micorrízica na massa seca da parte aérea inferiores aos observados nos demais tratamentos (Tabela 1). Este comportamento pode estar relacionado ao fato de que o tamboril ser uma espécie pioneira (LORENZI, 2014).

No UFLA05, as mudas apresentaram dependência micorrízica de 52,0% a 73,5% com 50 a 200 mg.dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na massa seca da parte aérea e de 29,3% a 80,6% sob os níveis crescentes de fósforo, o que demonstra uma dependência micorrízica alta a excessiva deste isolado micorrízico, a depender do nível de fósforo aplicado no substrato. Neste tratamento, a dependência micorrízica no comprimento da raiz e na massa seca da raiz foi menor que 25%, o que representa que não houve influência do isolado micorrízico e do fósforo adicionado ao substrato, no crescimento das mudas (Tabela 1).

A dependência micorrízica das mudas no UFLA372 foi influenciada significativamente pelo aumento do nível de fósforo no substrato, na massa seca da parte aérea, no teor de fósforo foliar e na massa seca da raiz, cujos valores variaram de 41,7 a 93,7%, respectivamente, e podem ser classificados como uma dependência moderada à excessiva de tamboril ao isolado micorrízico, exceto na DM-MSR sem adubação fosfatada ( $0 \text{ mg.dm}^{-3}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ), que foi inexistente segundo a classificação de Machineski *et al.* (2011) (Tabela 1).

No tratamento UFLA401, as mudas foram responsivas na massa seca da parte aérea e no teor de fósforo foliar, pois apresentaram dependência micorrízica moderada à excessiva (28,5 a 82,6%), conforme o nível de fósforo (Tabela 1), mesmo com baixa taxa de colonização micorrízica, como também observado por Graham *et al.* (1982) e Hernández-Cuevas *et al.* (2011), com outras espécies de plantas.

As mudas de tamboril foram responsivas à inoculação dos isolados micorrízicos UFLA05, UFLA372 e UFLA401, a depender do nível de fósforo adicionado ao substrato. Dentre as variáveis analisadas, o teor de fósforo foliar foi o que apresentou maior dependência micorrízica com os níveis crescentes de fósforo (Tabela 1). Este incremento do teor de fósforo foliar em plantas micorrizadas também foi observado por Dias *et al.* (2012), com a Fabaceae angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan).

Outro fator importante a ser considerado é a presença de bactérias fixadoras do nitrogênio, as quais podem também estimular o crescimento e a composição química da planta (CARDOSO E ANDREOTE, 2016). Neste contexto, as mudas de *Enterolobium contortisiliquum* apresentaram nódulos de bactérias fixadoras do nitrogênio em todos os tratamentos, mesmo sem inoculação (Tabela 2; Figura 6).

**Tabela 2** - Incidência de nódulos de bactérias fixadoras de nitrogênio (NOD-BFN) em mudas de tamboril (*Enterolobium contortisiliquum*) inoculadas com isolados micorrízicos arbusculares UFLA05, UFLA372 e UFLA401, após 180 dias de cultivo em estufa agrícola

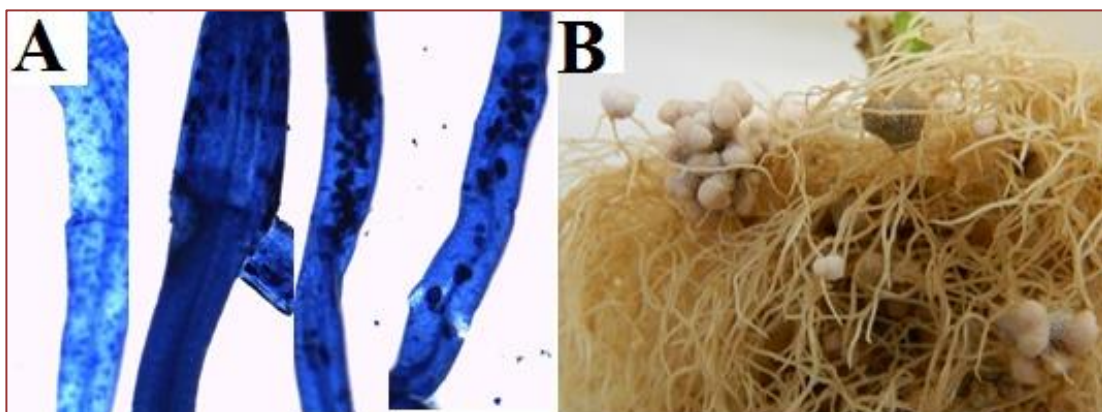
Tratamento	Incidência de NOD-BFN por nível de $\text{P}_2\text{O}_5$ ( $\text{mg.dm}^{-3}$ )			
	0	50	100	200
Testemunha	++	++	-	-
UFLA05	-99	++	++	+++
UFLA372	++++	++++	++++	++++
UFLA401	++++	++++	++++	++++

(-) = ausente, (+) = presença de nódulos de bactérias fixadoras de nitrogênio

Fonte: Autores (2022).



**Figura 6** – Fragmentos de raízes das mudas de tamboril (*Enterolobium contortisiliquum*) colonizadas por fungos micorrízicos arbusculares (A) e com nódulos de bactérias fixadoras de nitrogênio (B), após 180 de incubação, em estufa agrícola



Fonte: Autores (2022).

No tratamento testemunha, as mudas de tamboril apresentaram nódulos de bactérias nativas fixadoras do nitrogênio apenas com 0 e 50 mg.dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> no substrato de cultivo. Enquanto no UFLA05, os níveis crescentes de fósforo no substrato estimularam a formação de nódulos de bactérias fixadoras do nitrogênio. Por outro lado, nos tratamentos UFLA372 e UFLA401, o aumento do fósforo no substrato não influenciou no número de nódulos de bactérias fixadoras do nitrogênio (Tabela 2). Neste resultado é importante destacar que, a presença das bactérias fixadoras do nitrogênio não foi inibida pela presença dos inoculantes fúngicos, tal como mencionado por Jalonen *et al.* (2013) e Silva (2020).

A interação dos isolados micorrízicos testados com as bactérias nativas fixadoras do nitrogênio e o tamboril poderá influenciar significativamente na disponibilidade de água e de nutrientes para planta hospedeira, bem como contribuir para a sobrevivência desta espécie vegetal (DIAS *et al.*, 2012), principalmente em condições climáticas adversas, à semelhança do que é comumente encontrada na região Nordeste do Brasil. E ainda, também pode contribuir para reduzir o consumo de fertilizantes. Além disso, Gerlach *et al.* (2015) observaram que o fósforo presente na planta colonizada por fungos micorrízicos pode ativar o sistema de defesa sistêmica da planta contra possíveis patógenos, o que pode reduzir a mortalidade das mudas plantadas, em campo.

Entretanto, considerando-se os resultados obtidos com o tamboril inoculado com UFLA05, UFLA372 e UFLA411, tem-se que o efeito do aumento da concentração de fósforo no substrato sobre a colonização micorrízica e a presença de nódulos de bactérias fixadoras de nitrogênio e matéria seca depende da interação fungo micorrízico arbuscular (FMA), bactéria fixadora do nitrogênio (BFN), planta e ambiente.

#### 4. CONCLUSÕES

A adição de fósforo até 200 mg.dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> no substrato utilizado para produção de mudas de tamboril (*Enterolobium contortisiliquum*), não influencia no crescimento das mudas não inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares, mas aumenta o teor de fósforo foliar.

A colonização por fungos micorrízicos arbusculares não inibe a simbiose por bactérias nativas fixadoras do nitrogênio em *Enterolobium contortisiliquum*.

Os níveis crescentes de fósforo no substrato influenciam na taxa de colonização micorrízica e/ou por bactérias nativas fixadoras do nitrogênio, a depender da interação com a planta hospedeira.

O tamboril (*Enterolobium contortisiliquum*) é responsivo à inoculação dos isolados UFLA05, UFLA372 e UFLA401 e ao emprego da adubação fosfatada de 50 a 200 mg.dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

A dependência micorrízica avaliada pela massa seca da parte aérea e da raiz, e pelo teor de fósforo foliar permite avaliar com maior precisão o efeito da inoculação micorrízica sobre o crescimento vegetativo, ao contrário do que é citado na literatura com o emprego apenas de massa seca total.

## REFERÊNCIAS

- [1] ABREU, G. M.; SCHIAVO, J. A.; ABREU, P. M.; BOBADILHA, G. S.; ROSSET, J. S. Crescimento inicial e absorção de fósforo e nitrogênio de *Enterolobium contortisiliquum* inoculada com fungos micorrízicos arbusculares. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 41, n. 1, p. 156- 164, 2018.
- [2] ALMARAZ-SUÁREZ, J. J.; GONZÁLEZ-MANCILLA, A.; FERREIRA-CERRATO, R.; RODRÍGUEZ-GUZMÁN, M. P.; TABOADA-GAYTÁN, O. R.; HERNÁNDEZ-CUEVAS, L. V.; ALARCÓN, A.; TRINIDAD-SANTOS, A. Arbuscular mycorrhizal fungi in the rhizosphere of native plants and their effect on poblano pepper growth. *Revista Fitotecnia Mexicana*, v.44, n.4, p.571-579, 2021.
- [3] ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v.22, n.6, p.711-728, 2013.
- [4] CAMARA, R.; PEREIRA, M. G.; SILVA, C. F.; PAULA, R. R.; SILVA, E. M. R. Fungos micorrízicos arbusculares em dois fragmentos florestais de restinga periodicamente inundável em Marambaia, RJ. *Floresta e Ambiente*, v.23, n.1, p. 33-42, 2016.
- [5] CARDOSO, E. J. B. N.; ANDREOTE, F. D. *Microbiologia do solo*. 2ed. Piracicaba: ESALQ. 2016. 221p.
- [6] COLMANETTI, M. A. A.; BARBOSA, L. M.; SHIRARUNA, R. T.; COUTO, H. T. Z. Phytosociology and structural characterization of woody regeneration from a reforestation with native species in Southeastern Brazil. *Revista Árvore*, v.40, n.2, p.209-218, 2016.
- [7] COLODETE, C. M.; DOBBSS, L. B.; RAMOS, A. C. Aplicação das micorrizas arbusculares na recuperação de áreas impactadas. *Natureza online*, v.12, n.1, p. 31-37, 2014.
- [8] DALANHOL, S. J.; NOGUEIRA, A. C.; GAIA, S.; KRATZ, D. Efeito de fungos micorrízicos arbusculares e da adubação no crescimento de mudas de *Eugenia uniflora* L. produzidas em diferentes substratos. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.38, n. 1. 117-128, 2016.
- [9] DIAS, P. C.; PEREIRA, M. S. F.; MEGUNI-KASUVA, M. C.; PAIVA, H. N.; OLIVEIRA, L. S.; XAVIER, A. Micorriza arbuscular e rizóbios no enraizamento e nutrição de mudas de Angico-vermelho. *Revista Árvore*, v.36, n.6, p.1027-1037, 2012.
- [10] GERDEMANN, J. W.; NICOLSON, T. H. Spores of mycorrhizal endogone species extracted from soil by wet-sieving and decanting. *Transactions of British Mycological Society*, v.46, n.2, p.235-244, 1963.
- [11] GERLACH, N.; SCHMITZ, J.; POLATAJKO, A.; SCHULÜTER, U.; FAHNENSTICH, H.; WITT, S.; FERNIE, A.; UROIC, K.; SCHOLZ, U.; SONNEWALD, U.; BUCHER, M. An integrated functional approach to dissect systemic responses in maize to arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Plant, Cell & Environment*, v.38, n.8, p.1591-1612, 2015.
- [12] GIOVANNETTI, M.; MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytologist*, Oxford, v.84, n.3, p.489-500, 1980.
- [13] GÓMEZ, M. R.; VILLATE, A. R. Recognition signalling between arbuscular mycorrhizal fungi (AMF)

and plants. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, v.11, n.1, p.53-60, 2010.

- [14] GRAHAM, J. H.; LINDERMAN, R. G.; MENGE, J. A. Development of external hyphae by different isolates of mycorrhizal *Glomus* spp. in relation to root colonization and growth of Troyer citrange. *New Phytologist*, v.91, n.2, p.183-189, 1982.
- [15] HERNÁNDEZ-CUEVAS, L.; CRUZ, V. G.; SANTIAGO-MARTÍNEZ, G.; CUATLAL-QUAHUTENCOS, P. *Revista Mexicana de Ciencia Forestales*, v.2, n.7, p. 87-96, 2011.
- [16] HOLSTE, E. K.; HOLL, K. D.; ZAHAWI, R. A.; KOBE, R. K. Reduced aboveground tree growth associated with higher arbuscular mycorrhizal fungal diversity in tropical forest restoration. *Ecology and Evolution*, v.6, n.20, p.7253-7262, 2016.
- [17] JALONEN, R.; TIMONEN, S.; SIERRA, J.; NYGREN, P. et al. Arbuscular mycorrhizal symbioses in a cut-and-carry forage production system of legume tree *Gliricidia sepium* and fodder grass *Dichanthium aristatum*. *Agroforestry Systems*, v.87, n.2, p.319-330, 2013.
- [18] LEITE, T. S.; FREITAS, R. M. O.; DOMBROSKI, J. L. D.; LEITE, M. S.; RODRIGUES, M. R. O. Crescimento e partição da biomassa de mudas de mulungu sob adubação fosfatada e inoculação micorrízica. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v.34, n.80, p.407-415, 2014.
- [19] LEITE, T. S.; DOMBROSKI, J. L. D.; FREITAS, R. M. O.; LEITE, M. S.; RODRIGUES, M. R. O. Produção de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* e partição de assimilados em resposta à adubação fosfatada e inoculação com fungos micorrízicos. *Ciência Florestal*, v. 27, n. 4, p. 1157-1166, 2017.
- [20] LORENZI, H. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa: Instituto Plantarium, 2014, v.1, 368p.
- [21] MACHINESKI, O.; BALOTA, E. L.; SOUZA, J. R. P. Resposta da mamoneira a fungos micorrízicos arbusculares e a níveis de fósforo. *Semina: Ciências Agrárias*, v.32, n. 4, p. 1855-1862, 2011.
- [22] MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, A. S. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba: Potafós, 1989. 201p.
- [23] MEDEIROS, M. L. D.; SANTOS, R. V.; TERTULIANO, S. S. X. Avaliação do estado nutricional de dez espécies arbóreas ocorrentes no Semi-Árido paraibano. *Revista Caatinga*, v.21, n.3, p.31-39, 2008.
- [24] OCONOR, E. F.; NELSON, M. C. R.; LEYVA, O. R. Effect of the inoculation of mycorrhizal fungi on forest production postures in two types of soils. *Cultivos Tropicais*, v.34, n.3, p.32-39, 2013.
- [25] PLENCHETTE, C.; FORTIN, J. A.; FURLAN, V. Growth response of several plant species to mycorrhizae in a soil of moderate P-fertility. I. Mycorrhizal dependence under field conditions. *Plant and Soil*, v.70, n.2, p.199-209, 1983.
- [26] POUYÚ-ROJAS, E.; SIQUEIRA, J. O.; OSWALDO, J.; SANTOS, D.; GERALDO, J. Compatibilidade simbiótica de fungos micorrízicos arbusculares com espécies arbóreas tropicais. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v.30, n.3, p.413-424, 2006.
- [27] POUYÚ-ROJAS, E.; SIQUEIRA, J. O. Micorriza arbuscular e fertilização do solo no desenvolvimento pós-transplante de mudas de sete espécies florestais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.35, n.1, p.103-114, 2000.
- [28] RUBIN, G. K. R.; STÜRMER, S. L. Potencial de inóculo micorrízico e importância do comprimento do micélio para a agregação de solos de ambiente fluvial. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v.39, n.1, p.59-68, 2015.
- [29] SANTOS, T. A. DE C.; MENEZES, G. DOS S.; SANTOS, J. S.; GOIS, L. DE S.; NASCIMENTO, S. L. M.; MARINO, R. H. Microbial interactions in the development of the biomass of *gliricidia*. *Revista Caatinga*, v. 31, n. 3, p. 612-621, 2018.
- [30] SILVA, A. J. Desenvolvimento de leguminosas florestais (*Acacia mangium*, *Mimosa caesalpinifolia* e *Entetolobium contortisiliquum*) com fungos micorrízicos e bactérias fixadoras de nitrogênio em área degradada por mineração no Estado de Sergipe. *Dissertação*. 2020. 126p. Universidade Federal de Sergipe – Campus São Cristóvão.
- [31] SILVA, M. O.; FREIRE, F. J.; KUKLINSKY-SOBRAL, J.; OLIVEIRA, E. C. A.; FREIRE, M. B. G. S.; APOLINÁRIO, V. X. O. Bacteria associated with sugarcane in Northeastern Brazil. *African Journal of Microbiology Research*, v.10, n.37, p.1586-154, 2016.

- [32] SILVA, R. F. Ocorrência de fungos micorrízicos em espécies florestais na região central do Estado do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agrociência*, v.15, n1-4, p.65-70, 2009.
- [33] SUGAI, M. A. A.; COLLIER, L. S.; SAGGIN JÚNIOR, O. J. I. Inoculação micorrízica no crescimento de mudas de angico em solo de cerrado. *Revista Bragantia*, v.70, n. 2, p.416-423, 2011.
- [34] TAVARES, G. Alterações fisiológicas em plantas de soja submetidas a níveis de déficit hídrico e inoculação com fungos micorrízicos arbusculares. 2020. 64p. (Dissertação – Mestrado). Rio Verde – GO. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde.
- [35] TAVARES, R. C.; MENDES FILHO, P. F.; LACERDA, C. F.; SILVA, J. Colonização micorrízica e nodulação radicular de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpinaefolia* Benth) sob diferentes níveis de salinidade. *Revista Ciência Agronômica*, v. 43, n. 3, p. 409-416, 2012.
- [36] TWUM-AMPOFO, T. Growth response of *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walq to inoculation with different arbuscular mycorrhizal (AM) fungi. *Journal of Science and Technology*, v.28, n.2, p.54-68, 2008.
- [37] WALTER, J.; KREYLING, J.; SING, B. K.; JENTSCH, A. Effects of extreme weather events and legume presence on mycorrhization of *Plantago lanceolata* and *Holcus lanatus* in field. *Plant Biology*, v.18, n.1, p.262-270, 2016.
- [38] ZAMBOLIM, L.; VENTURA, J. A.; ZANÃO JÚNIOR, L. A. Efeito da nutrição mineral no controle de doenças de plantas. Viçosa: Os autores. 2012. 321p.

# Capítulo 18

## *Utilização do sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) como alternativa de biomassa para produção de biodiesel e etanol de primeira e segunda geração*

*Alexandre de Matos Martins  
Alexandre Soares dos Santos  
Filipe Soares de Freitas*

**Resumo:** A expansão da demanda mundial por combustíveis obtidos a partir de fontes renováveis tem se expressado e disseminado rapidamente nos últimos anos. Parte dos esforços para reduzir a participação dos combustíveis de origem fóssil no mundo é a adoção de biocombustíveis (renováveis) que se apresentam compatíveis com as tecnologias em uso nos veículos de transporte rodoviário, aéreo e marítimo. Dentre eles, destaca-se o etanol e o biodiesel. Considerando as culturas de interesse agrônômico, o sorgo é o quinto cereal mais importante do mundo. Sua versatilidade e principalmente características peculiares fazem com que ele desponte como uma opção promissora para a produção de óleo para biodiesel e etanol de primeira geração e lignocelulósico, também denominado etanol de segunda geração. O artigo tem por objetivo trazer uma fonte de biomassa que se adequa a necessidade, apresentando características que possam ser determinantes na sua escolha para utilização. Trata-se de um estudo qualitativo e descritivo, que utiliza a pesquisa bibliográfica e análise crítica do material como procedimentos metodológicos.

**Palavras-chave:** Bioetanol, Biodiesel, Biocombustíveis, *Sorghum bicolor* L. Moench.

## 1. INTRODUÇÃO

Desde a década de 1980, cientistas de todo o mundo vem alertando os governantes sobre as mudanças climáticas, em destaque, a notória elevação da temperatura da Terra como consequência do conhecido efeito estufa, resultante, principalmente, do acúmulo de gases gerados pelo uso a longo prazo de combustíveis fósseis (LEITE; LEAL, 2007).

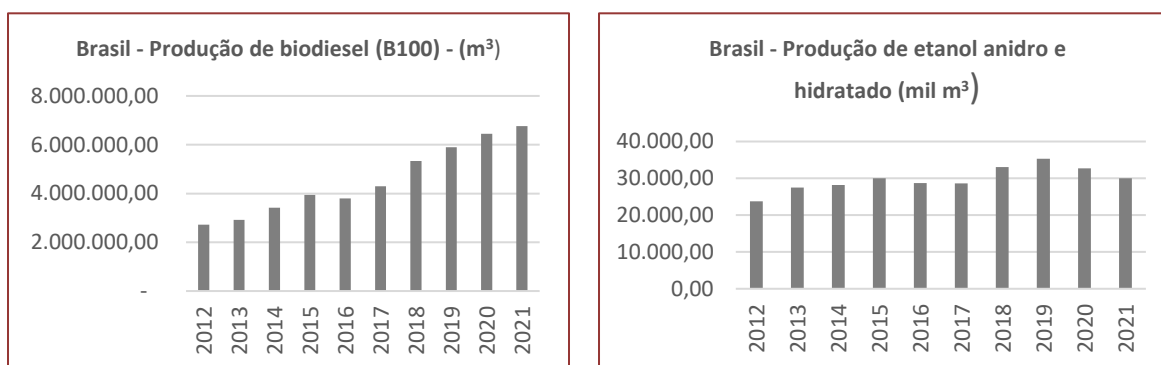
A expansão da demanda mundial por combustíveis obtidos a partir de fontes renováveis tem se expressado e disseminado rapidamente nos últimos anos. O motivo principal são os acordos e compromissos globais estabelecidos para a redução do volume de emissões de gases causadores do efeito estufa. Dentre os acordos mais emblemáticos, destacamos o Acordo de Paris, assinado por 195 países após a 21ª Conferência das Partes (COP21) da Convenção do Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), ocorrida em dezembro de 2015 em Paris, na França. Este acordo teve como principal objetivo reduzir as emissões de gases de efeito estufa para limitar o aumento médio de temperatura global a 2°C, quando comparado a níveis pré-industriais (MMA, 2020). A mudança climática sempre será uma preocupação da humanidade.

Parte dos esforços para reduzir a participação dos combustíveis de origem fóssil no mundo é a utilização de forma centrada de biocombustíveis (renováveis) compatíveis com as tecnologias em uso nos veículos de passeio, transporte rodoviário, aéreo e marítimo. O mercado de biocombustíveis no Brasil e no mundo tem crescido ano após ano (Figura 1), estimulado principalmente por políticas de estado que atuam com regras mandatórias sobre o uso direto de biocombustíveis ou sua mistura com os combustíveis fósseis em motores de ciclo Otto e ciclo Diesel (IEA, 2011).

Os biocombustíveis surgem então, de forma expressiva, como alternativas e com perspectivas favoráveis, num cenário em que a alta demanda de energia associadas às políticas ambientais trabalham na busca de alternativas reais para mudanças nas matrizes convencionais de energia nos países da atualidade. (CHAMBRIARD, 2017; VIEIRA, 2021).

Entre os biocombustíveis, o etanol é o que tem maior destaque pelo volume produzido no Brasil e é usado em motores do ciclo Otto, que é um tipo de moto de ignição com pistão em presença de faísca. Os dois maiores produtores de álcool combustível no mundo são os Estados Unidos, com uma produção de 59,8 bilhões de litros, e o Brasil, com uma produção de 32,8 bilhões de litros registrados no ano de 2019 (MENDES, 2020). Na sequência, temos o biodiesel, oriundo de biomassa, que atende à veículos de ciclo Diesel, que apresentam ignição por compressão. Estima-se em cerca de 40 bilhões de litros a produção mundial de biodiesel. Os Estados Unidos e Brasil são os maiores produtores de biodiesel no mundo, e produziram 6,9 e 5,4 bilhões de litros, respectivamente, em 2018.

Os óleos derivados de plantas são uma das commodities agrícolas que mais crescem no mundo, destaque para soja e milho (OCDE / FAO, 2017). Analisando uma perspectiva de futuro, um cenário projetado para 2030 do mercado nacional de biodiesel leva em consideração as previsões de crescimento e disponibilidade de matérias-primas cultivadas, o consumo de diesel de petróleo, o percentual de mistura obrigatória de biodiesel ao diesel, os avanços na pesquisa e inovação, dentre outros (APROBIO 2016).

**Figura 1 – Produção de Biodiesel e Etanol no Brasil**

Fonte: ANP, (2022).

Referência na utilização de recursos renováveis em sua matriz energética, o Brasil, embora possua uma expressiva capacidade natural de produção de etanol, apresenta-se com o desafio de diversificar as matérias-primas para a produção de biocombustíveis, estando ainda dependente da soja e cana-de-açúcar. A diversificação sempre tem um aspecto positivo, promovendo descentralização e melhoria de preços.

O Brasil, considerado o maior produtor agrícola de cana-de-açúcar e também maior produtor de etanol originado dessa cultura (CONAB, 2020; COPERSUCAR, 2020), apresenta um potencial de uso do bagaço e a palha, fontes de celulose que respondem por dois terços da energia da planta (MARQUES, 2009). Estes materiais disponíveis podem ser usados para a produção de etanol 2G e bioeletricidade. Entretanto, existem alternativas à cana que podem ser exploradas para a produção de etanol de segunda geração, e talvez com vantagens associadas a uma diversificação produtiva.

Comparando as culturas de interesse agrônômico, o sorgo é o quinto cereal mais importante do mundo. Há variedades de sorgo granífero, utilizadas principalmente para a composição de alimentação animal, e variedades de sorgo sacarino e forrageiro indicadas para os mercados de biocombustíveis e forragens, respectivamente (CALVINO & MESSING, 2012; MATHUR et al., 2017; SMITH & FREDERIKSEN, 2000).

O sorgo se destaca por inúmeras vantagens como: facilidade de propagação, que é realizada através de sementes; produção de massa verde de fácil mecanização desde a semeadura até a colheita; alto potencial forrageiro; apresenta porte alto e um ciclo produtivo rápido quando comparado a outras culturas de interesse agroômico para a produção de biocombustíveis, variando num intervalo médio de quatro meses. Apresenta aptidão para cultivo em áreas tropicais, subtropicais e temperadas (PARRELLA et al., 2010). A característica peculiar desta cultura faz com que ela desponte como uma opção promissora para a produção de óleo para biodiesel e etanol lignocelulósico, também denominado etanol de segunda geração.

## 2. BIOCMBUSTÍVEIS

O aumento do preço do petróleo, aliado a uma crescente preocupação global a respeito da emissão de CO<sub>2</sub> voltada para sua diminuição, coloca em questionamento a utilização de combustíveis fósseis, extremamente poluentes e que geram aquecimento global em razão do efeito estufa. A diminuição destes efeitos nocivos pode ser alcançada com o uso de energias renováveis.

O Brasil é um dos países pioneiros na substituição de combustíveis de origem fóssil, como gasolina, óleo diesel, gás natural e carvão mineral, por biocombustíveis. Assim, tornou-se referência internacional neste segmento, bem como junto à utilização aplicada de fontes renováveis de energia. A análise do biocombustível é destacada por ele se apresentar como um produto biodegradável, com baixa toxidez e baixa emissão de monóxido de carbono (CO<sub>2</sub>) para a atmosfera (KRAWCZYK, 1996).

O biodiesel é um combustível derivado de fontes renováveis produtivas, com destaque para os óleos vegetais e gorduras animais, que têm a capacidade de reagir quimicamente com o etanol ou o metanol (CHAVES e GOMES, 2014).

A utilização deste combustível se dá de forma isolada ou em adição junto a outros combustíveis, podendo substituir o diesel de petróleo de forma parcial ou total em motores de caminhões, tratores, automóveis, além da geração de calor (SIMÕES, 2007).

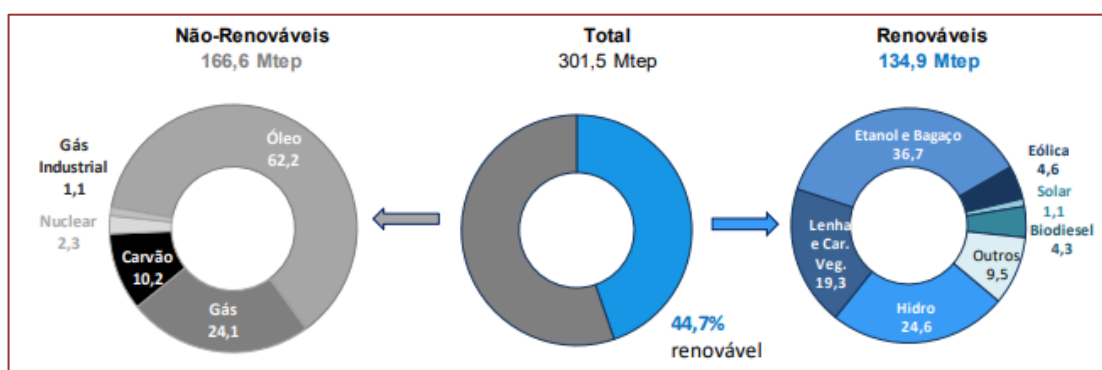
A existência de matérias-primas diversificadas e de diferentes tecnologias para a produção do biodiesel torna essa cadeia produtiva mais robusta que a do álcool e permite uma maior integração com o mercado de óleos vegetais e gorduras como o do óleo diesel, numa progressiva utilização (SAUER, 2007).

O setor de produção de biodiesel brasileiro é alavancado pelo crescimento da mistura obrigatória do biodiesel ao diesel de petróleo. Desde 2018 entrou em vigor a mistura compulsória de 10% de biodiesel ao diesel B10, criando uma demanda de 5,3 bilhões de litros de biodiesel (CARRARO, CÉSAR et al. 2018). Estimativas de ascensão do setor brasileiro de biodiesel projetam o B20 até 2030.

Referência na produção do etanol a partir da cana de açúcar, o Brasil possui grande potencialidade de ampliar a oferta de energia a partir da diversificação do material vegetal utilizado, com amplo nicho de pesquisa e variedades adaptadas e melhoradas (CINELLI, 2012; OGEDA & PETRI, 2010).

A (Figura 2) caracteriza a matriz de oferta de energia no Brasil, mostrando em destaque a vantagem expressiva da presença da energia renovável com 44,7% das fontes renováveis na oferta de energia junto à matriz energética brasileira.

**Figura 2 – Composição e Oferta Interna de Energia no Brasil – 2021 (%)**



Fonte: MME, (2022).

O etanol de primeira geração possui tecnologia implementada para produção com biomassa oriunda da cana-de-açúcar. Assim, são utilizadas biomassas voltadas para uma

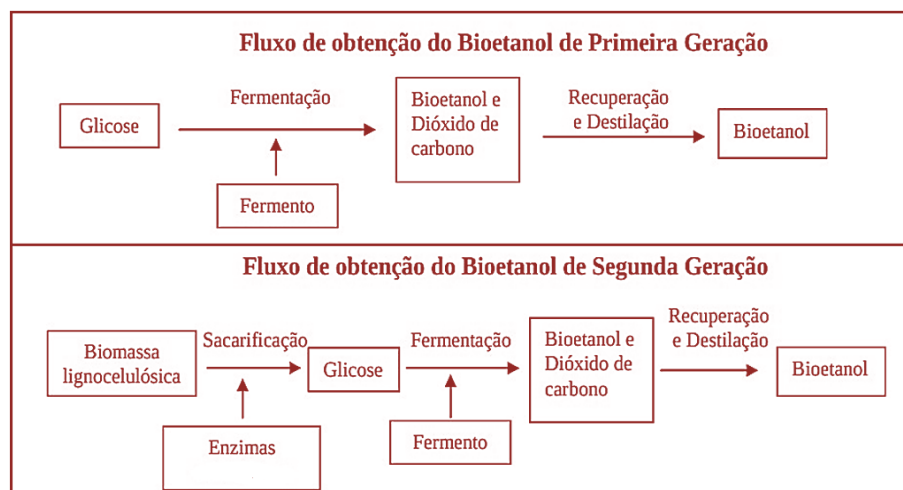


adaptabilidade em trabalhar uma estrutura já existente, apresentando menor custo de produção quando comparado a outras que requerem etapas adicionais. Principalmente porque estes biocombustíveis são geralmente derivados de culturas alimentares ou não, desde que sejam ricas em sacarose, amido ou óleos vegetais e utilizam tecnologia já dominada, testada, treinada e implantada na indústria, como fermentação e transesterificação, tecnologias produtivas (JESUS et al., 2021).

O etanol 1G é obtido através da fermentação dos açúcares presentes no caldo ou suco extraído do colmo (sacarose e açúcares redutores). Utiliza-se deste somente os açúcares mais simples, que estão presentes no caldo para o processo fermentativo. Estes açúcares fermentescíveis são utilizados pelos organismos fermentadores, como a *saccharomyces cerevisiae*. (RAELE et al., 2014). Deve-se ressaltar que os biocombustíveis precisam garantir um ganho energético positivo, uma balança equilibrada e propiciar de forma expressiva benefícios ambientais como sequestro de CO<sub>2</sub> e redução de emissões de poluentes, além da competitividade econômica em larga escala, pois a indústria necessita de volume para comercialização. Estes fatores são cruciais para o sucesso e bom desempenho produtivo, sem comprometer ou competir com a produção de alimentos, precedentes que geram críticas constantes pela concorrência por áreas produtivas de terras agrícolas, principalmente em regiões que ainda existem faixas de populações com acesso a uma alimentação deficitária (NAIK et al., 2010; VIEIRA, 2013).

O etanol de segunda geração, etanol 2G, como descrito por Sil e Neto (2013), é uma tecnologia promissora para aumentar a oferta do produto, e utiliza insumos energéticos com base na hidrólise de biomassa celulósica (ODEGA & PETRI, 2010). Consiste no método obtido pela quebra dos polissacarídeos (celulose e hemicelulose) que estão presentes na biomassa lignocelulósica, e seu processo tem por finalidade a produção de açúcares de cadeias mais simples, para que assim possam ser utilizados na produção de etanol (SANTIAGO & RODRIGUES, 2017). Sua utilização está voltada para resíduos lignocelulósicos que não são utilizados para a alimentação humana ou animal, equilibrando ainda mais o processo produtivo sem competições, não havendo, portanto, críticas do setor para esta utilização. Os grandes volumes deixados por estes resíduos, representam percentual significativo, em torno de 50% da produção mundial de biomassa (JESUS et al., 2021).

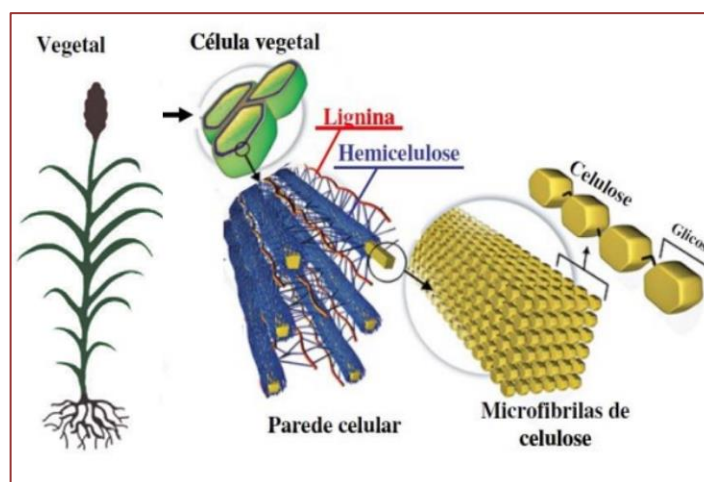
**Figura 3** – Fluxograma de produção de bioetanol de primeira e segunda geração



Fonte: Santos, (2011).

A ampliação da produção de etanol no Brasil sem aumento de área cultivada necessita da utilização de fontes alternativas de biomassa para produção de etanol com expressão de mercado, promovendo valores competitivos em custos com os demais concorrentes (SILVA et al. 2013). Ressalta-se que os rejeitos e resíduos agrícolas, ou seja, seus subprodutos em sua maioria contendo materiais lignocelulósicos ocupam lugar de destaque (SOUZA et al., 2012). Moreira, (2005) ao analisar a biomassa, identificou a composição lignocelulósica que é composta basicamente por 40 a 60% de celulose, 20 a 40% de hemicelulose e 15 a 25% de lignina (Figura 2).

**Figura 4** – Esquema de representação da parede celular da célula vegetal



Fonte: Adaptado de (MARTINS, 2018).

O desenvolvimento de processos visando a produção de etanol oriundos de biomassas necessita de otimizações, com a integração de etapas distintas, como o pré-tratamento, hidrólise e fermentação dos hidrolisados (GOUVEIA et al., 2009). Os materiais lignocelulósicos são valorizados na cadeia de produção geral de biocombustíveis, promovendo a utilização de energias limpas e coprodutos processados.

Os dados do Balanço Energético Nacional 2018, divulgado pela Empresa de Pesquisa Energética - EPE, mostram o Brasil com a matriz energética mais limpa do mundo. De toda a energia consumida no país em 2018, a participação de renováveis representou 45,3%, muito superior aos 13,7% de participação de renováveis no resto do mundo (EPE, 2019).

## 2.1. SORGO (*SORGHUM BICOLOR L. MOENCH*)

Originário do noroeste da África, o sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) está amplamente distribuído em muitas áreas do mundo, sendo base alimentar de 500 milhões de pessoas em mais de 30 países. A cultura do sorgo pode produzir muito mais pelo potencial que oferece. (Ribas, 2003).

Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB, atualmente a área plantada de sorgo estimada no Brasil é de 745,3 mil hectares (CONAB, 2020). Minas Gerais possui uma área plantada de 235,3 mil hectares, ocupando o segundo lugar entre os principais estados produtores, logo depois de Goiás com uma produção de 284,7 mil hectares (SEAPA, 2020).

O sorgo apresenta grande tolerância a baixa umidade e suas características xerófitas lhe atribuem potencial para sucessão de culturas de verão, utilizando variedades adaptadas (FREITAS et al., 2009). Tolera estresses hídricos e excesso de umidade no solo de forma mais eficiente que a maioria dos outros cereais comerciais, podendo ser cultivado em amplas faixas e diferentes tipos e condições de solos (RODRIGUES et al., 2007).

Uma gramínea versátil, de dias curtos, que se caracteriza como uma planta C4, com uma taxa fotossintética mais alta e eficiência mais elevadas comparadas às outras plantas de ciclo diferente (RODRIGUES et al., 2007). O sorgo tem por característica suportar altos níveis de radiação solar, e conseqüentemente, proporciona altas taxas fotossintéticas. A estratégia é minimizar ou diminuir a abertura dos estômatos para que a perda d'água seja reduzida, equilibrando os gradientes. Numa perspectiva produtiva, a intensidade luminosa está sempre aplicada a ganhos de produtividade, como visualizado em locais de condições favoráveis com culturas implantadas (Landau, 2008).

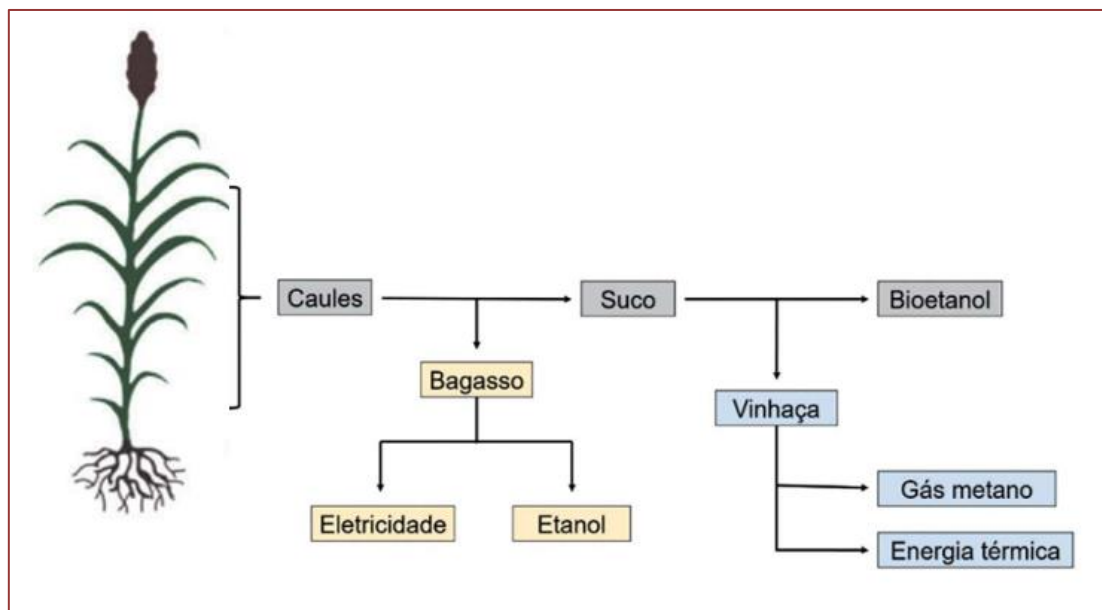
Caracterizado pela sua adaptabilidade e versatilidade, apresenta utilização em diferentes finalidades, como produção de grãos, com variedades direcionadas para este fim, com seus grãos utilizados na alimentação animal, produção de rações e alimentação humana. Materiais do tipo forrageiro, com partes vegetativas a floradas, sendo utilizados para produção de forragem para silagens, recuperação e cobertura de solos. Apresenta-se ainda em formato conhecido como vassoura, com funcionalidade voltada para compor produtos artesanais e vassouras de uso múltiplo. Variedades comerciais são encontradas para utilização em pastejo, num modelo próximo a pastagens habituais, disponibilizando massa verde para corte, cobertura morta e processos de fenação em geral (Sawazaki, 1998).

No melhoramento genético do sorgo, trabalha-se com cultivares que apresentam características energéticas, sendo elas as cultivares sacaríneas e biomassa, que podem ser utilizadas para a produção de biocombustíveis. Apresenta-se como uma cultura de ciclo vegetativo curto, em torno de 90 a 150 dias em média, podendo ser usada como complemento na produção de etanol, com seu período de utilização industrial – PUI de entressafra da cana-de-açúcar, permitindo ampliar o período de uso das usinas de etanol em três meses (Parrella & Schaffert, 2012).

O sorgo pode fornecer bioenergia em amplo aspecto, combustão direta para produção de energia térmica (em termos de vapor) e elétrica (como cogeração); permite ainda hidrólise química ou enzimática de suas fibras (celulose e hemicelulose no processo de 2G) para produção de combustíveis líquidos; processo de gaseificação visando a produção de gás de síntese ou diretamente na geração de biogás e destaca-se ainda por permitir processos de pirólise para produção de bio-óleo (CASTRO, 2014).

O sorgo sacarino mostra-se como uma cultura promissora para a produção de etanol. Assemelha-se à cana-de-açúcar por apresentar colmos suculentos com açúcares diretamente fermentescíveis, produzindo assim o etanol de primeira geração com fermentação facilitada (PARRELA et al., 2010a). Utiliza a mesma infraestrutura de processamento da cana-de-açúcar. Uma característica de importância agrônômica em destaque é a possibilidade de ser cultivado na entressafra da cana-de-açúcar, ampliando o número de dias trabalhados por ano nas destilarias, principalmente com o fornecimento de matéria-prima nos meses de março e abril, aumentando a viabilidade econômica de produção do etanol (PARRELA et al. 2014).

**Figura 5** – As várias formas de uso do caule do sorgo sacarino para produção de bioenergia



Modificado a partir de BARBOSA et al., (2022).

Segundo Barbosa et al., (2022) realizando uma comparação entre o caldo do sorgo sacarino e o caldo da cana-de-açúcar energia, nota-se o potencial dos açúcares que podem ser convertidos em etanol (Tabela 1).

**Tabela 1** - Composição do suco e fibra do sorgo sacarino em comparação com a cana energia

Componentes	Sorgo sacarino	Cana energia
Suco	71,9	53,6
Sacarose (% suco)	7,6	9,6
Glicose (% suco)	2,6	0,1
Frutose (% suco)	1,6	0,1
Açúcares totais (% suco)	11,8	9,8
Fibras (% massa seca)	13,0	26,7
Celulose (% massa seca)	44,6	43,3
Hemicelulose (% massa seca)	27,1	23,8
Lignina (% massa seca)	20,7	21,7
Cinzas	0,4	0,8

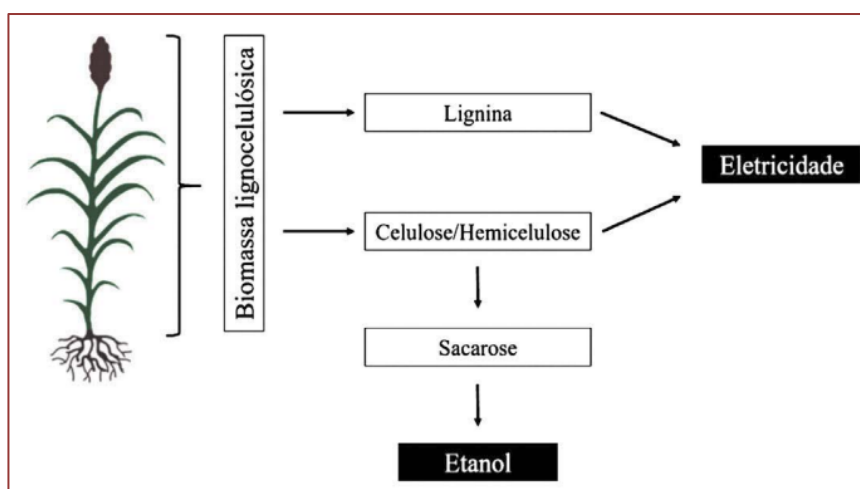
Fonte: Kin & Day (2011), citado por Barbosa et al., (2022).

O sorgo biomassa desponta como uma alternativa para o fornecimento de matéria-prima para o mercado de bioenergia, podendo ser utilizado em forma de biocombustível líquido como produção de etanol de segunda geração, quanto na cogeração de energia por meio da queimadireta de biomassa. Uma característica dessa cultivar é a alta produção de biomassa. Parrela et al. (2010) mostrou o potencial deste material por produzir mais de

50 t.ha<sup>-1</sup> de matéria seca por ciclo (seis meses). Isto é possível, pois o sorgo biomassa é um tipo mais sensível ao fotoperíodo, florescendo apenas quando os dias possuem menos de 12 horas e 20 minutos. Este material biomassa, quando semeado nos meses de outubro a dezembro, principal época em que o fotoperíodo é maior que 12 horas e 20 minutos, apenas iniciará o desenvolvimento da gema floral a partir de 21 de março do ano seguinte, ampliando o ciclo vegetativo, promovendo maior produção de biomassa por hectare/ciclo em comparação a cultivares insensíveis ao fotoperíodo (PARRELA et al., 2014) (Figura 2).

Ressalta-se ainda que o sorgo biomassa apresenta uma composição química inicialmente adequada, pois para a produção do etanol de segunda geração há necessidade de uma alta produtividade de biomassa seca e a matéria-prima utilizada ainda deve necessariamente apresentar composição centesimal favorável aos processos químicos que serão empregados na obtenção do bioetanol (ALMEIDA et al., 2019). O processo químico a ser utilizado depende diretamente das características apresentadas pela biomassa, para que possa acontecer com sucesso a conversão de energia visando a produção de biocombustíveis lignocelulósicos, que contempla a despolimerização dos polissacarídeos da parede celular (celulose e hemicelulose) em açúcares de forma simples e fermentáveis, através dos processos de pré-tratamento, sacarificação, e conversão de açúcares simples em biocombustíveis pela fermentação (Figura 3).

**Figura 6** – Esquema ilustrativo da composição da biomassa lignocelulósica do sorgo biomassa e suas formas de uso



Fonte: Adaptado de BARBOSA et al., (2022).

Vários investimentos estão sendo anunciados para produção de etanol de 2<sup>a</sup> geração, mostrando a maior valoração desse biocombustível avançado no mercado internacional e com a instituição do RenovaBio, projeta-se que o complexo produtivo trabalhe para alcançar uma produção de Etanol de 2<sup>a</sup> geração em torno de 1,0 bilhão de litros em 2030, para todos os cenários (EPE, 2019).

## 2.2. PRESENÇA DE ÓLEO EM BIOMASSA - SORGO

A síntese e o acúmulo de triacilglicerol lipídico de armazenamento em tecidos vegetativos emergiram como uma estratégia promissora, visando atender à futura necessidade mundial de óleo vegetal (VANHERCKE et. al., 2018).

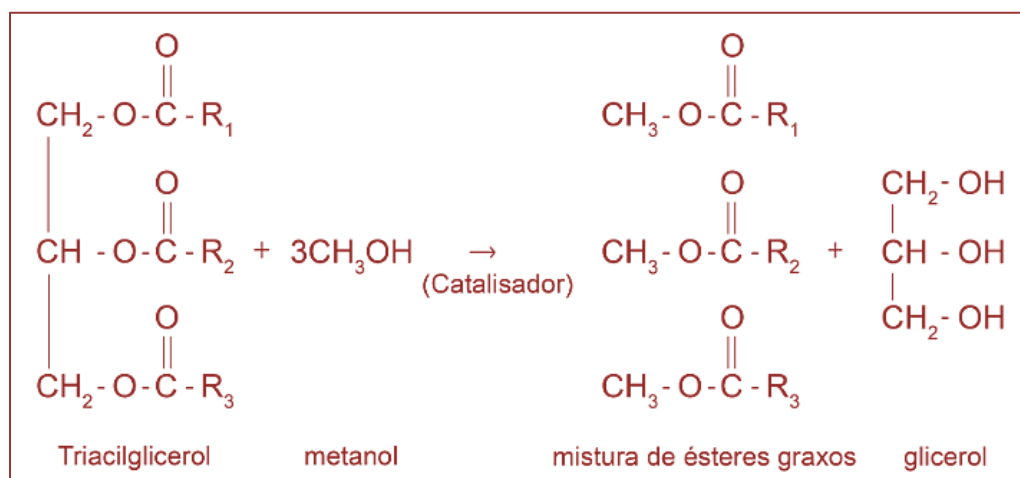
Mais de 60% da atual produção de óleo vegetal é proveniente de sementes ricas em triacilglicerol (TAG) (OECD / FAO, 2017). Diferentemente das oleaginosas, no sorgo as folhas acumulam baixos níveis de lipídios de armazenamento, como o TAG, que normalmente representa menos de 1% do total de lipídios foliares (Yang & Ohlrogge, 2009). Segundo Vanhercke et. al., (2018), foi encontrado o acúmulo de triacilglicerol nos tecidos foliares de sorgo para níveis entre 3 e 8,4% em peso seco, dependendo do estágio de desenvolvimento das folhas e das plantas, mostrando potencial para a produção de óleo.

O biodiesel é um combustível biodegradável derivado de fontes renováveis de energia que pode ser produzido a partir de gorduras animais e espécies vegetais como soja, dendê, palma, girassol, babaçu, amendoim, mamona e pinhão-manso, entre outras. O nome bio utilizado para distinção de produtos, refere-se à fonte de uma das matérias-primas utilizadas para a sua produção, que geralmente é um óleo vegetal. Ressalta-se que no Brasil, a soja é a principal matéria-prima utilizada pela produção escalada (ANP, 2020).

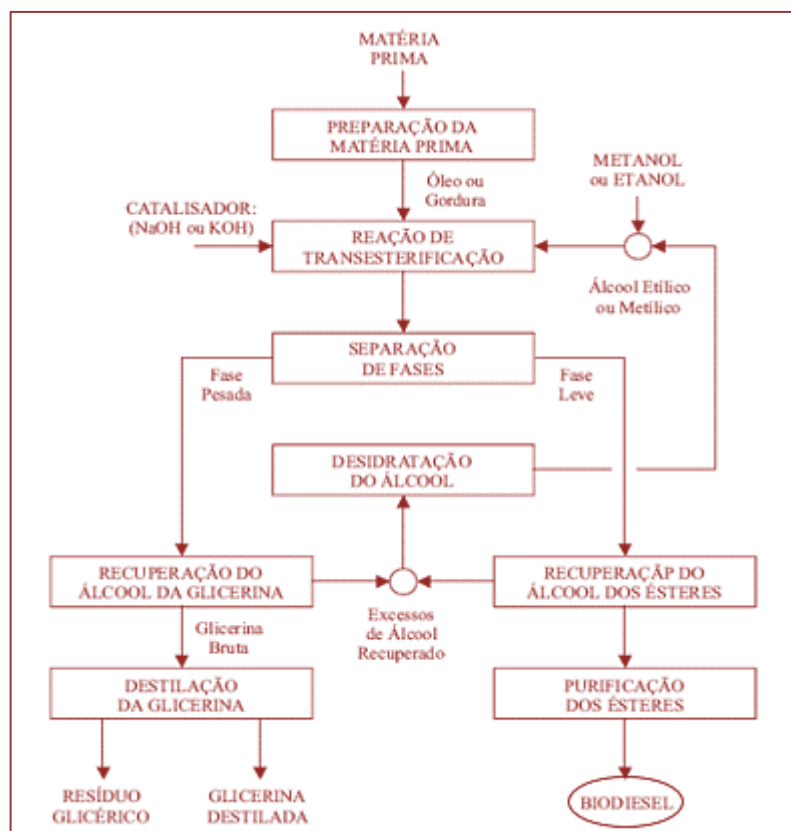
Caracterizando a sua origem, os óleos vegetais e gorduras animais apresentam em sua composição os triacilglicerídeos. Estes são os tri-ésteres oriundos do glicerol (triálcool, conhecido também como propano-1,2,3-triol) ligado a três ácidos carboxílicos de cadeia longa denominados ácidos graxos (MERÇO, 2010).

Dentre todos os processos químicos utilizados para a produção de biodiesel, destaca-se a transesterificação alcalina (Figura 4), representada em um fluxograma produtivo (Figura 5) em escala industrial, utilizando etanol ou metanol como fonte de álcool, e NaOH ou KOH, que é o processo químico geralmente mais utilizado no Brasil para produção do biodiesel, porém, outros processos podem ser empregados como o craqueamento, esterificação, dentre outros (ANP, 2020).

**Figura 7** – Reação de Transesterificação. R1, R2, e R3 são cadeias longas de hidrocarboneto e R' é uma cadeia de hidrocarboneto de um álcool simples como o etanol ou metanol



Fonte: Adaptado de DELATORRE et al., (2011).

**Figura 8** – Processo de produção de biodiesel

Fonte: Adaptado de DELATORRE et al., (2011).

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Á vista do exposto, mostra-se que o Sorgo em função de sua versatilidade e características peculiares, é uma opção para a produção de biocombustíveis, ampliando e diversificando o leque de materiais vegetais que podem ser utilizados para esta finalidade. Apresenta potencial de produção de etanol de primeira e segunda geração em sistema convencional, com a crescente produtividade para o biodiesel, associado ao melhoramento genético que a cultura é trabalhada em empresas de pesquisas públicas e privadas.

Vantagens de ordem econômica e ambiental são características desse modelo produtivo de utilização dessa biomassa, ressaltando ainda o cunho social, pela não competição por produção de alimentos e cogeração de energia renovável.

### REFERÊNCIAS

- [1] ALMEIDA, L. G. F. de, PARRELLA, R. A. da C., SIMEONE, M. L. F., RIBEIRO, P. C. de O., BARBOSA, G. M. P., BRITO, P. L., COSTA, A. S. V. da, SANTOS, A. S. dos.
- [2] Characterization of cell wall polysaccharides and cellulosic ethanol potential in genotypes of sorghum biomass. *International Journal of Development Research*, v. 9, n. 4, p. 26810-26820, 2019.
- [3] ANP. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Produção e Fornecimento de Combustíveis - Biodiesel. 2020. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/producao-de-biocombustiveis/biodiesel/simp-biodiesel>. Acesso em 29 de Abril 2021.
- [4] ANP. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Anuário Estatístico Brasileiro

do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/anuario-estatistico/anuario-estatistico-2022#Secao4> . Acesso em 29 de dezembro 2022.

- [5] APROBIO. Associação dos Produtores de Biodiesel do Brasil. Biodiesel: oportunidades e desafios no longo prazo. 2016. Disponível em: [https://abiove.org.br/wp-content/uploads/2019/05/07102016-131231-07\\_10\\_2016\\_n-\\_cenario\\_para\\_o\\_biodiesel\\_em\\_20302.pdf](https://abiove.org.br/wp-content/uploads/2019/05/07102016-131231-07_10_2016_n-_cenario_para_o_biodiesel_em_20302.pdf) . Acesso em 27 de Abril 2020.
- [6] BARBOSA, M., de BARROS, A. F., PEREIRA, E. D. S., PARRELLA, R. D. C., & PIMENTEL, L. (2022). Sorgo para bioenergia. Agricultura e Mudanças do Clima no Estado do Tocantins: Vulnerabilidade, Projeções e Desenvolvimento. 2022. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1142905/1/Sorgo-para-bioenergia.pdf> Acesso em 28 de Dezembro de 2022.
- [7] CALVINO, M. MESSING, J. Sweet sorghum as a model system for bioenergy crops. *Curr. Opin. Biotechnol.* 23, 323-329. 2012.
- [8] CARRARO, A. R.; CÉSAR, A.D.; CANEJERO, M. A. Potencial para Produção de Biodiesel no Brasil. *Agroanalysis*. 2018.
- [9] CASTRO, F. M. R. Potencial agrônômico e energético de híbridos de sorgo biomassa. 2014. 80 f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2014.
- [10] CHAMBIARD, M. Tendências de E&P no Brasil e no mundo e o excedente da cessão onerosa. *Caderno de opinião. FGV energia*. Agosto 2017.
- [11] CHAVES, M. C. C.; GOMES, C. F. S. Avaliação de biocombustíveis utilizando o apoio multicritério à decisão. *Production*, vol.24, nº3, p.495-507. 2014.
- [12] CINELLI, B. A. Produção de etanol a partir da fermentação simultânea à hidrólise do amido granular de resíduo agroindustrial. Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia Química. Rio de Janeiro, RJ, 2012.
- [13] CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar, vol. 7 – Safra 2020/21, nº1, Primeiro Levantamento, Maio 2020. ISSN: 2318- 7921. Brasília, 2020.
- [14] CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de Grãos, vol. 7 – Safra 2019/20, nº7, Sétimo Levantamento, Brasília, 2020.
- [15] COPERSUCAR. Cooperativa Brasileira de Açúcar e Etanol. Etanol: a transformação da cana-de-açúcar em combustível. 2020. Disponível em: <https://www.copersucar.com.br/noticias/etanol-a-transformacao-da-cana-de-acucar-em-combustivel/>. Acesso em 06 de Maio 2020.
- [16] DELATORRE, A. B.; RODRIGUES, P. M.; AGUIAR, C. J.; ANDRADE, V. V. V.; ARÊDES, A.; PERES, V. H. Produção de biodiesel: considerações sobre as diferentes Matérias-primas e rotas tecnológicas de processos. *Perspectivas online – Ciências biológicas e da saúde*. Volume 1. Número 1. 2011.
- [17] EPE. Balanço Energético Nacional, 2019. Relatório Síntese, ano base 2018. Empresa de Pesquisa Energética, EPE. Rio de Janeiro, RJ, Maio de 2019.
- [18] EPE. Cenários de Oferta de Etanol e Demanda de Ciclo Otto 2020-2030, 2019. Empresa de Pesquisa Energética, EPE. Rio de Janeiro, Dezembro de 2019.
- [19] FREITAS, R.S.; BORGES, W.L.B.; SILVA, G.S. Realidade e perspectiva para cultura do sorgo granífero no Estado de São Paulo. In: ENCONTRO SOBRE TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO DE MILHO E SORGO. Anais[...]. Campinas: IAC. p.1-11. (Documentos IAC, 89). 2009.
- [20] GOUVEIA, E. R.; NASCIMENTO, R. T.; SOUTO-MAIOR, A. M. Validação de metodologia para a caracterização química de bagaço de cana-de-açúcar. *Química Nova*, Vol. 32, nº. 6, 2009. Hidrólise e destilação. Cap. 13, 2008. [http://www.agricultura.mg.gov.br/images/documentos/perfil\\_sorgo\\_marco\\_2020\[1\].pdf](http://www.agricultura.mg.gov.br/images/documentos/perfil_sorgo_marco_2020[1].pdf). Acesso em 29 de Abril 2020.
- [21] IEA. International Energy Agency. *Technology Roadmap Biofuels for Transport*. 2011.
- [22] JESUS, W. M.; TININIS, A. G.; TININIS, C. R. C. S. Microalgas como substrato para etanol de terceira geração: uma reflexão. IFSP – Instituto Federal de São Paulo – Câmpus Matão. *COGITARE*, v. 4, n. 2, dez.



2021.

- [23] KRAWCZYK, T. Biodiesel - Alternative fuel makes inroads but hurdles remain. *Revista Inform*, n.7, p.801-829. 1996.
- [24] LANDAU, E. C.; SANS, L. M. A. Cultivo do Sorgo: Clima. Disponível em: [http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo\\_4\\_ed/clima.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_4_ed/clima.htm). Versão Eletrônica. Sistemas de Produção, 2. EMBRAPA Milho e Sorgo. 4ª edição. 2008. Acesso em: 13 de Nov. 2022.
- [25] LEITE, R. C. C.; LEAL, M. R. L. V. O biocombustível no Brasil. *Novos estudos*. CEBRAP, São Paulo, n. 78, p. 15-21, 2007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-33002007000200003>. Acesso em: 28 de Abril 2020.
- [26] MARQUES, F. O alvo é o bagaço. In: *Pesquisa FAPESP*, ed. 163, p. 16-20. São paulo. 2009.
- [27] MATHUR, S.; UMAKANTH, A.V.; TONAPI, V.A.; SHARMA, R.; SHARMA, M. K. Sweet sorghum as biofuel feedstock: recent advances and available resources. *Biotechnol. Biofuels* 10, 146. 2017.
- [28] MARTINS, C. Z. Avaliação da Produção de Etanol de Segunda Geração. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, MG. 2018.
- [29] MENDES, P. Efeitos da covid-19 no setor de etanol no Brasil e nos Estados Unidos. EPBR – Combustíveis. 2020. Disponível em: <https://epbr.com.br/efeitos-da-covid-19-no-setor-de-etanol-no-brasil-e-nos-estados-unidos-por-pietro-mendes/>. Acesso em 26 de Abril. 2020.
- [30] MERÇO, F. *Química Nova na Escola*, v. 32, p. 78-83, 2010.
- [31] MMA, Ministério do Meio Ambiente. Acordo de Paris. Disponível em <https://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/acordo-de-paris>. Acesso em 06 de Maio de 2022.
- [32] MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME, Resenha Energética Brasileira – Exercício de 2021 (Preliminar). Dezembro/2022.
- [33] NAIK, S. N.; GOUD, V. V.; ROUT, P. K.; DALAI, A. K. Production of first and second generation biofuels: A comprehensive review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 14, n. 2, p. 578-597, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.10.003>. Acesso em: 28 mar. 2022.
- [34] Moreira, J. R. Obtenção de etanol a partir de material celulósico. In: Rosillo-Cale, F.; Bajay, S. V.; Rothman, H. (ed.). *Uso da biomassa para produção de energia na indústria brasileira*. Campinas: UNICAMP, 2005.
- [35] ODEGA, T. L. e PETRI, D. F. S. *Hidrólise Enzimática de Biomassa*. Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo. SP. 2010.
- [36] OECD-FAO Agricultural Outlook 2017-2026. Paris: OECD Publishing. doi: [dx.doi.org/10.1787/agr\\_outlook-2017-en](https://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2017-en). 2017
- [37] PARRELLA, R. A. C.; MENEGUCI, J. L. P.; RIBEIRO, A.; SILVA, A. R.; PARRELLA, N. N. D.; RODRIGUES, J. A. S.; TARDIN, F. D.; SCHAFFERT, R. E. Desempenho de cultivares de sorgo sacarino em diferentes ambientes visando a produção de etanol. XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2010, Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo. 2010.
- [38] PARRELLA, R. A. C. & SCHAFFERT, R. E. Cultivares. IN: MAY, A.; DURÃES, F. O. M.; PEREIRA FILHO, I. A.; SCHAFFERT, R. E. & PARRELLA, R. A. C. *Sistema Embrapa de Produção Agroindustrial de Sorgo sacarino para Bioetanol Sistema BRS1G – Tecnologia Qualidade Embrapa*. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 139. p.14–22. Sete Lagoas. MG. 2012.
- [39] PARRELLA, R. A. da C.; MENEZES, C. B. de; RODRIGUES, J. A. S.; TARDIN, F. D.; PARRELLA, N. N. L. D.; SCHAFFERT, R. E. Cultivares. In: BORÉM, A.; PIMENTEL, L. D.; PARRELLA, R. A. da C. (Ed.). *Sorgo: do plantio à colheita*. cap. 7, p. 169-187. Viçosa, MG: UFV, 2014.
- [40] RIBAS, P. M. *Sorgo: Introdução e Importância Econômica*. Documento 23. Embrapa. Sete Lagoas, MG. 2003.
- [41] RAELE, R. et al. Scenarios for the second generation ethanol in Brazil. *Technological Forecasting & Social Change*, v. 87, p. 205-223, set., 2014.
- [42] RODRIGUES, J. A. S.; FERREIRA, A. da S.; CASELA, C. R.; KARAM, D.; DURAES, F. O. M.; SANTOS, F. G.

dos; PITTA, G. V. E.; CRUZ, I.; DUARTE, J. de O.; WAQUIL, J. M.; PAES, J. M. V.; VIANA, P. A.; MAGALHAES, P. C.; ALVARENGA, R. C. Sorgo (*Sorghum bicolor* L.). In: PAULA JÚNIOR, T. J. de; VERZON, M. (Coord.) 101 culturas: manual de tecnologias agrícolas. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007.

[43] SANTIAGO, B. L. S.; RODRIGUES, F. A. Processamento de biomassa lignocelulósica para produção de etanol: uma revisão. *The Journal of Engineering and Exact Sciences- JCEC*, v. 03, n. 07, p. 1011-1022, 2017.

[44] SANTOS, H. T. L. dos. Avaliação da torta de macaúba como insumo para produção de bioetanol. 2011. 69 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2011. Disponível em: <<http://acervo.ufvjm.edu.br/jspui/handle/1/518>>. Acesso em: 28 de dezembro de 2022.

[45] SAUER, I. Biocombustíveis no Brasil Comercialização e Logística. In: BRASIL. Ministério das relações exteriores – MRE (Org.). *Biocombustíveis no Brasil: realidades e perspectivas*. Brasília: Arte Impressora Gráfica LTDA, 2007.

[46] SAWAZAKI, E. Sorgo forrageiro ou misto, sorgo granífero, sorgo vassoura *Sorghum bicolor*

[47] L. Moench. In: FALH, J. L. *Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas*. 6. ed. Campinas: IAC, 1998.

[48] SEAPA - Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Estado de Minas Gerais. Perfil do Sorgo em Minas Gerais. 2020. Disponível em: [http://www.reformaagraria.mg.gov.br/images/documentos/perfil\\_sorgo\\_abr\\_2020\[1\].pdf](http://www.reformaagraria.mg.gov.br/images/documentos/perfil_sorgo_abr_2020[1].pdf). Acesso em: 29 de dezembro de 2022.

[49] SIL, F. NETO, J. S. Brasil vai produzir etanol de segunda geração em 2014. INCTB. Publicado em 21/12/2013. Disponível em: <http://www.inctdobioetanol.com.br/not-art/7/Brasil%20vai%20produzir%20etanol%20de%20segunda%20gera%C3%A7%C3%A3o%20em%202014>. Acesso em 29 de dezembro 2022.

[50] SILVA, A. T. B.; SPERS, R. G.; WRIGHT, J. T. C.; COSTA, P. R. Cenários prospectivos para o comércio internacional de etanol em 2020. *Revista de Administração*, vol.48, nº 4. São Paulo, 2013.

[51] SIMÕES, A. J. F. Biocombustíveis: A Experiência Brasileira e o Desafio da Consolidação do Mercado Internacional. In: BRASIL. Ministério das relações exteriores – MRE (Org.). *Biocombustíveis no Brasil: realidades e perspectivas*. Brasília: Arte Impressora Gráfica LTDA, 2007.

[52] SMITH, C.W. and FREDERIKSEN, R.A. *Sorghum: Origin, History, Technology, and Production*. New York: John Wiley & Sons. 2000.

[53] SOUZA, O.; SCHULZ, M. A.; FISCHER, G. A. A.; SELLIN, T. M. W. Energia alternativa de biomassa: bioetanol a partir da casca e da polpa de banana. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. vol.16, nº.8. Campina Grande, PB. 2012.

[54] VANHERCKE, T.; BELIDE, S.; TAYLOR, M. C.; TAHCHY, A.; OKADA, S.; ROLLAND, V.; LIU, Q.; MITCHELL, M.; SHRESTHA, P.; VENABLES, I.; MA, L.; BLUNDELL, C.; MATHEW, A.; ZIOLKOWSKI, L.; NIESNER, N.; HUSSAIN, D.; DONG, B.; LIU, G.; GODWIN, I. D.; LEE, J.; RUG, M.; ZHOU, X.; SINGH, S. P.; PETRIE, J. R. (2018). Up-regulation of lipid biosynthesis increases the oil content in leaves of *Sorghum bicolor*. *Plant Biotechnology Journal*. doi: 10.1111/pbi.12959. 2018.

[55] VIEIRA, A. C. F. Energias renováveis e sua eficiência na nova economia energética no Brasil. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, 2021: 8(18): 211-223. doi:<https://doi.org/10.21438/rbgas> (2021).

[56] VIEIRA, T. de Q. Uso de resíduos líquidos no cultivo das microalgas *Chlorella* sp com potencial para produção de biocombustíveis. 2013. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, 2013.

[57] YANG, Z.; OHLROGGE, J. B. Turnover of Fatty Acids during Natural Senescence of Arabidopsis, Brachypodium, and Switchgrass and in Arabidopsis b-Oxidation Mutants. *Plant Physiology - American Society of Plant Biologists*. Vol. 150. 2009.

Autores

**JOSÉ HENRIQUE PORTO SILVEIRA (ORGANIZADOR)**

Bacharel e licenciado em Psicologia pela UFMG, Especialização em Percepção e Planejamento Urbano. Mestre em Gestão e Auditoria Ambiental, especialização em educação ambiental. Consultor em percepção e educação ambiental. Sócio diretor da Alternativa Educação e Manejo Ambiental.

**ALEXANDRE DE MATOS MARTINS**

Engenheiro Agrônomo, graduado pela Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES; Doutorando em Biocombustíveis - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM, Mestre em Produção Vegetal - Universidade Federal de São João Del-Rey - UFSJ; Especialista em Gestão e Manejo Ambiental pela Universidade Federal de Lavras - UFLA. Atualmente exerce função de Analista Técnico de FPR - SENAR-MG e Consultor na área agrônômica com Gestão e Desenvolvimento de Projetos e acompanhamento técnico.

**ALEXANDRE SOARES DOS SANTOS**

Farmacêutico formado pela Faculdade de Farmácia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (1998), Mestre (2000) e Doutor (2003) em Bioquímica pelo Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Realizou pós-doutorado (2005-2006) na Escola de Química da UFRJ na área de valoração de resíduos agroindustriais através de abordagens biotecnológicas. Foi Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Química da UFVJM no período de dezembro de 2008 a dezembro de 2010. Também foi Coordenador Geral do Programa de Pós-Graduação em Biocombustíveis da UFVJM & UFU no período de março de 2013 a outubro de 2016 e de junho 2019 a junho de 2021. Atualmente é Professor Associado da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha. Ministra a disciplina de Bioquímica para cursos de graduação da Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde. É Docente Permanente do Programa de Pós-Graduação em Biocombustíveis da UFVJM & UFU. Vem atuando principalmente nos seguintes temas: Enzimologia, Biossurfactantes, Biotransformação, Processos Fermentativos e Bioetanol.

**ALIXELHE PACHECO DAMASCENA**

Universidade Federal do Espírito Santo, Campus Alegre-ES. Centro de Ciência Agrárias e Engenharias (CCA-E-UFES)

**ANA MARIA AQUINO DOS ANJOS OTTATI**

Graduada em Agronomia pela Universidade Estadual do Maranhão - UEMA (1989), Mestre em Economia Rural pela Universidade Federal do Ceará - UFC (1997) e Doutorado em Desenvolvimento Rural pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS (2013). Professora do Departamento de Economia Rural do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual do Maranhão. Temas trabalhados: cadeia produtiva, comercialização agrícola e agricultura familiar.

**ANDERSON MATHIAS HOLTZ**

Instituto Federal de Ensino, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES) - Campus Itapina, Rodovia BR 259, Km 70

**ANDRÉ SANDMAN**

Possui graduação em Licenciatura em Matemática pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (2003), mestrado em Modelagem Matemática pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (2009) e doutorado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande (2013). Atualmente é professor adjunto nível 4 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, conselhos, comissões e consultoria da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, professor do mestrado tca da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, professor adjunto nível 4 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, membro do colegiao pptca da

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, membro do nde de engenharia ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná e professor do mestrado tca da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Tem experiência na área de Matemática, com ênfase em Matemática, atuando principalmente nos seguintes temas: produção de leite, modelo matemático, ensino-aprendizagem, formação matemática e matemática lúdica.

### **ANDRÉA HENTZ DE MELLO**

Doutora em Ciências do Solo e Professora Adjunta IV da Faculdade de Ciências Agrárias de Marabá e do Programa de Pós-graduação em Dinâmicas Territoriais e Sociedade na Amazônia - Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará - UNIFESSPA. Marabá-PA.

### **ANDRÉA VERÔNICA GOBBI BARBOSA**

Possui graduação em Ciências - Habilitação em Biologia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1991), mestrado em Ciências Biológicas - Botânica pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1999) e doutorado em Ciências Biológicas - Genética pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2005). Fez Pós-Doutorado no IAC - Centro APTA Citros (2007) e MBA em Administração e Qualidade - EAD - UNINTER (2014). Desde 2007 atua na área da Qualidade e também da Educação. Palestrante de cursos e treinamentos, além de realizar suporte técnico/consultoria na área ambiental, sanitária e da saúde.

### **ANTONIO CARLOS GIMENES JUNIOR**

Mestre em Tecnologias de Computação para o Agronegócio pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Especialização em Engenharia de Software pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Possui graduação em tecnologia em análise e desenvolvimento de sistemas pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (2012). Atualmente é professor da Faculdade de Ensino Superior de São Miguel do Iguaçu - FAESI e Analista de Sistemas - Frimesa Cooperativa Central - Matriz. Possui curso de administração de banco de dados Oracle 11g, Curso Oracle SOA Suite, Oracle XMLPublisher. Grande experiência com PL/SQL e SQL e outras ferramentas Oracle que utilizam a linguagem PL/SQL para desenvolvimento.

### **ARIADNE ENES ROCHA**

Possui doutorado em Agronomia, com área de concentração em Ecologia e Meio Ambiente pela Universidade Federal da Paraíba (2011), graduação no Programa Especial de Formação Pedagógica de Docente pela Universidade Estadual do Maranhão (2004), mestrado em Agroecossistemas pela Universidade Federal de Santa Catarina (2001) e graduação em Agronomia pela Universidade Estadual do Maranhão (1999).

### **BEATRIZ KÜLLER NEGRI**

Licenciada em História pela Universidade Estadual de Ponta Grossa- UEPG (2010-2013). Licenciada em Pedagogia pela UNINTER (2018). Especialista em Língua Brasileira de Sinais- FAEL (2015); Saúde para Professores no Ensino Fundamental e Médio pela UFPR (2016); Educação Especial: Atendimento às Necessidades Especiais pela Faculdade Modelo (2016); e Neuropsicopedagogia pela Faculdade Modelo (2016). Atuou no Museu Campos Gerais Poex UEPG. Como professora de história trabalhou no Ensino Fundamental, Médio e Ensino de Jovens e Adultos no sistema PSS do Estado do Paraná. Na Educação Especial (2017-2021) na Apae- Ponta Grossa e na Escola Bilíngue Genny Ribas. Atualmente leciona na Prefeitura Municipal de Ponta Grossa. Desenvolvo pesquisas nas áreas de: história local, praças locais, saúde escolar, inclusão escolar de alunos surdos, a prática de LIBRAS, educação social, educação especial, música e ensino.

### **CARLOS CÉSAR DE ARAÚJO**

Técnico em mineração

**CAROLINA DIAS LELACHER**

Doutoranda em Engenharia Ambiental pela UERJ (2021), Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental pela UEZO (2018), Engenheira Ambiental pela Universidade Salgado de Oliveira (2020), Engenheira de Segurança do Trabalho pela Universidade Cruzeiro do Sul

**CLAUDIA MARIA PRUDÊNCIO DE MERA**

Graduada em Ciências Econômicas. Mestre em Extensão Rural e Doutora em Desenvolvimento Rural. Docente no Mestrado Profissional em Desenvolvimento Rural e Programa de Pós-graduação em Práticas Socioculturais e Desenvolvimento Social da UNICRUZ.

**CLEBER VINICIUS AKITA VITORIO**

Possui Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais, Bacharelado em Engenharia Florestal pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Tecnólogo em Patologia e Bioquímica (UEGS)

**DAVI NASCIMENTO DOS SANTOS**

Bacharel em Engenharia Civil e mestrando em Engenharia e Ciências Ambientais, participação em pesquisas na área de saneamento ambiental e tratamentos avançados

**DIRCEU PRATISSOLI**

Universidade Federal do Espírito Santo, Campus Alegre-ES. Centro de Ciência Agrárias e Engenharias (CCAUE-UFES).

**DJANIRA RUBIM DOS SANTOS**

Graduada em Química pelo Instituto Federal do Maranhão (IFMA), Especialista em Educação do Campo pela Faculdade de São Luís Jaboticabal, Mestre em Química Analítica pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Doutoranda em Química pelo Doutorado Associativo IFMA/UFMA e Graduada em Computação e Informática pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Membro do Grupo Interdisciplinar de Pesquisa em Agroecologia, Educação Ambiental e Química, do Instituto Federal do Maranhão e do Grupo de Pesquisa em Resíduos Sólidos e Químicos, do Instituto Federal do Maranhão (IFMA). Pesquisa com ênfase em Química na área de Quadripos, Química Ambiental, Química de Alimentos e Técnicas Eletroanalíticas.

**ELIS REGINA COSTA DE MORAIS**

Docente do Programa de Pós-graduação em Ambiente, Tecnologia e Sociedade - PPGATS pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Doutora em Recursos Naturais pela UFCG.

**ELLEN CRISTINE NOGUEIRA NOJOSA**

Graduada no curso de Licenciatura em Química pelo Instituto Federal do Maranhão, tendo como propósito se tornar uma profissional na área da educação para contribuir e ajudar a sociedade. O novo sempre me surpreende.

**ENAIIRA LIANY BEZERRA DOS SANTOS**

Mestranda pelo Programa de Pós-graduação em Ambiente, Tecnologia e Sociedade - PPGATS pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

**ÉRICK DANTAS BERNARDO**

Técnico em Alimentos pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN)

**ÉRICO GAMA TORRES**

Sócio e responsável pela gestão administrativa e advocacia contenciosa do Abi-Ackel Advogados Associados S/C. Além de advogado pela FMU (2008), possui formação acadêmica em engenharia civil – UFMG (1978). É também Mestre em Engenharia de Produção – UFMG (2001) e Master em Gestão de Negócios – USP (1999). Conselheiro de Administração independente certificado pelo Instituto Brasileiro de Governança Corporativa – IBGC (2013), tem também formação em Gestão para a Sustentabilidade pela Fundação Dom Cabral (2005) e certificação em Gerenciamento de Projetos pelo PMI - Project Management Institute (1999). Foi fundador e vice-presidente do Capítulo de Minas Gerais do PMI. Foi também examinador do PNQ – Prêmio Nacional da Qualidade (1997). Atua com Mediação e Arbitragem, modelagem de contratos de Parcerias Público-Privadas (PPPs) e contratos com foco em advocacia empresarial. Possui 37 anos de experiência profissional no setor de infraestrutura e construção pesada, tendo atuado durante 13 anos em funções gerenciais diretamente em obras e 20 anos na área de gestão corporativa, sendo os últimos 12 anos como diretor da Construtora Andrade Gutierrez S/A (2001 a 2013). Possui amplo conhecimento nas áreas de gestão, direito ambiental, segurança e saúde ocupacional, responsabilidade social corporativa, direito administrativo, gestão de risco, inovação e governança corporativa.

**FABIANA COSTA ARAUJO SCHÜTZ**

Doutora em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande (2014). Mestre em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (2004). Engenheira Agrícola pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (2001). Atualmente é professora do ensino superior da Universidade Tecnológica Federal do Paraná e desenvolve estudos na área de Recursos Hídricos e simulação.

**FÁBIO ALVES DOS SANTOS**

Bacharel em Engenharia Civil, Tecnólogo em Petróleo e Gás, Licenciatura Plena de Educação Profissional, Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho, Especialista em Docência para a Educação Profissional e Tecnológica, Mestrando em Engenharia e Ciências Ambientais, formação técnica nas áreas de Edificações e Segurança do Trabalho, docente do SENAI-SE

**FABRÍCIA NUNES DE JESUS**

Possui graduação e Mestrado em Química pela Universidade Federal de Doutorado em Educação Matemática – Universidade Anhanguera. Doutoranda em BioEngenharia pela UNIFEL. Professora dos Cursos de Engenharia da Universidade do Estado de Minas Gerais - Unidade João Monlevade. Pesquisadora atuando principalmente nos seguintes temas: sustentabilidade e reaproveitamento de resíduos na construção civil, hidrometalurgia, corrosão, análises físico-químicas e ambientais. Consultora e Responsável técnica. Servidora da Prefeitura Municipal de João Monlevade. Coordenadora de projetos de pesquisa e extensão na UEMG.

**FERNANDO RODRIGUES DA ROCHA JÚNIOR**

Graduação em Engenharia Civil; Graduando em Saneamento Ambiental; Mestrando em Engenharia Civil. Participação em pesquisas na área de saneamento ambiental e recursos hídricos

**FERNANDO SCHÜTZ**

Possui graduação em Informática pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE/2000), mestrado em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC/2003) e Doutorado em Engenharia Elétrica e Informática Industrial pela

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CPGEI-UTFPR/2019). Atualmente é professora na Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Medianeira, lotado no Departamento de Ciência da Computação (DACOM/UTFPR), Diretor de Relações Empresariais e Comunitárias (DIREC) e Diretor do Parque Científico e Tecnológico da UTFPR/MD (CIENTECH). Tem experiência na área de Computação, atuando principalmente em Redes Neurais Artificiais, Sistemas Distribuídos, Linguagens de Programação e Compiladores, Paradigma Orientado a Notificações e Dispositivos Reconfiguráveis. Ainda, na área de Empreendedorismo Tecnológico, atua na área de desenvolvimento de projetos que utilizem técnicas computacionais.

### **FILIFE LATTA**

Licenciado em Química; Mestrando em Engenharia e Ciências Ambientais; Analista de Laboratório de Solos da EMBRAPA

### **FILIFE SOARES DE FREITAS**

Possui graduação em Licenciatura em Química pela Faculdade Prisma (2015), graduação em Análise e Desenvolvimento de Sistemas pela Universidade de Franca (2022) e mestrado em Biocombustíveis pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - Campus JK (2022). Atualmente, Doutorando no Programa de Pós-graduação em Biocombustíveis pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

### **FREDERICO JOSÉ GERVASIO ABURACHID**

Frederico José Gervasio Aburachid - advogado, mestre em Direito (UFMG), mestre em sustentabilidade socioeconômica ambiental (UFOP) e pós-graduado em Direito Ambiental (UGF)

### **GEORGIANA EURIDES DE CARVALHO MARQUES**

Possui graduação em Agronomia pela Universidade Estadual do Maranhão (2003), mestrado em Agroecologia pela Universidade Estadual do Maranhão (2006) e doutorado em BIODIVERSIDADE E BIOTECNOLOGIA - REDE BIONORTE pela Universidade Federal do Amazonas (2017). Atualmente é professor D4, Diretora de Pesquisa da PRPGI do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Maranhão. Tem experiência na área de Química e Agroecologia, com ênfase em Química dos Alimentos, atuando principalmente nos seguintes temas: extrativismo vegetal, biomoléculas, ensino de química, educação ambiental, impactos ambientais, saberes tradicionais, sementes crioulas e agroecologia.

### **GERLIANA SILVESTRE DE SOUTO**

Técnica em mineração

### **GEZIANIA SILVA SOARES**

Graduação e Licenciatura em Enfermagem pela Universidade Federal do Pará - UFPA. Pós esp. Enfermagem Terapia Intensiva Neonatal e Pediatria pela Faculdade - CGSEP. Professora do Sistema de Ensino do Estado do Pará -SIRPA e Instituto Técnico Profissional do Pará - ITEP.

### **GRACIELLY DA SILVA FIGUEIREDO**

Graduanda em Tecnologia em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal do Pará - IFPA.

### **GRACIETE DA SILVA FIGUEIREDO**

Mestre em Meio Ambiente pela Universidade Federal do Pará - UFPA. Especialização em Psicopedagogia pela UVA e Gestão Educacional e Docência do Ensino Básico e Superior e Educação Especial Inclusiva pelo Instituto Carreira. Graduada em Licenciatura em Pedagogia pela



Universidade Federal do Pará. Segunda Licenciatura em Português pelo Centro Universitário Leonardo da Vinci -UNIASSSELVI.

### **HERCULES ROSÁRIO SANTOS**

Possui formação em Engenharia Agrônômica (2015), pela Universidade Federal de Sergipe (UFS) e especialização em Inovação Social com Ênfase em Agroecologia e Economia Solidária (2020), pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano campus Serrinha. No período da graduação foi bolsista de inovação e Iniciação científica na própria Universidade, na área de Microbiologia Ambiental (2011-2013) e na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-SE) na área de gestão em Recursos Hídricos (2013-2015). Entre maio de 2015 e setembro de 2021 trabalhou com projetos voltados para Assistência Técnica e Extensão Rural para agricultores familiares da Bahia, pela Associação Regional de Convivência Apropriada ao Semiárido - ARCAS. Atualmente é professor do ensino profissional na rede estadual de educação da Bahia.

### **ITAAN PASTOR SANTOS**

Possui graduação em Medicina Veterinária pela Universidade Estadual do Maranhão (1982), mestrado em Agroecologia pela Universidade Estadual do Maranhão (1999) e doutorado em Agronomia pela Universidade Técnica de Lisboa (2011).

### **ÍTALLO ROMANY NUNES MENEZES**

Licenciado em Ciências Biológicas; Mestre e Doutorando em Ecologia e Conservação; Técnico de Lab./Biologia da UFS

### **JACQUES LUCAS DE FRANÇA AZEVEDO**

Técnico em mineração

### **JARDIEL GAIA DA HORA**

Estudante, graduação no curso de Engenharia Agrônômica pela Universidade Estadual do Maranhão - UEMA Campos Paulo VI São Luís-MA

### **JHOVANNA TEIXEIRA REIS**

Tem experiência na área de Química, com ênfase em Química.

### **JOEL SILVA E SOUZA**

Graduado em Enfermagem pela Universidade da Amazônia - UNAMA. Pós-Graduando em Saúde Coletiva - UEPA. É atualmente Tutor no Curso de Graduação em Enfermagem Modalidade Semipresencial na Uniasselvi

### **JOSÉ GHABRIEL DE PINHO SOARES**

Graduando em Licenciatura em Química

### **JOSIMAR RIBEIRO DE ALMEIDA**

Pós-Doutorado Tecnologia Ambiental ( USP .2002) Pós-Doutorado Engenharia Ambiental ( UFRJ . 1998) Pós-Doutorado Saúde Ambiental ( FIOCRUZ .1985) Doutorado Ciências Biológicas ( UFPr .1983) Mestrado Ciências Biológicas ( UFRJ .1979) Aperfeiçoamento Química Bioorgânica ( NPPN .1977) Licenciatura Ciências Biológicas ( UFRJ-FE . 1976) Bacharelado Genética (UFRJ-IB .1975) Licenciatura Ciências Físicas e Químicas ( UFRJ-FE .1974)

**JULIANA SANTANA FELIPE**

Bacharel em Engenharia Florestal; Mestranda em Engenharia e Ciências Ambientais. Participação em pesquisas nas áreas de arborização e levantando florístico

**KATHLEN HARYF DOS SANTOS NUNES**

Graduanda em Licenciatura em Química

**LAIANE FERNANDES DA SILVA**

Técnica em Alimentos pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN)

**LAIRA FERNANDES DA SILVA**

Técnica em Alimentos pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN)

**LEANDRO DE SOUSA ROCHA**

Graduando em Biblioteconomia pela Universidade Federal do Pará - UFPA e Administração pelo Centro Universitário Leonardo da Vinci-Uniasselvi.

**LENILTON ALEX DE ARAÚJO SOARES**

Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, IFRN

**LETÍCIA CRISTINA RODRIGUES DE MEDEIROS**

Técnica em Alimentos pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN)

**LOTÁRIO FANK**

Doutor em Engenharia agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande (2013); Mestre pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) (2002); Especialização em Administração Financeira pelo FAE/CDE de Curitiba (1996) e graduação em Administração pela FACISA - Faculdade de Ciências Sociais e Aplicadas de Foz do Iguaçu (1993). Possui vasta experiência em Administração, com ênfase na Administração Financeira, Administração de Custos e Engenharia Economia, com atuação profissional em empresas públicas e privadas. Atualmente professor Associado da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

**LUIZ DE OLIVEIRA SILVA**

Cientista Social e mestre do Programa de Pós-graduação em Dinâmicas Territoriais e Sociedade na Amazônia. Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará/UNIFESSPA, Campus Universitário de Marabá. Marabá-PA.

**MARIA CAROLINA ALBUQUERQUE FEITOSA AMADOR**

Professora do curso técnico em mineração IFRN. Engenheira de Minas e Mestre em Engenharia mineral.

**MARIA JÚLIA COSTA DE OLIVEIRA**

Técnica em Alimentos pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN)

**MARIA ROSÂNGELA ARAÚJO SOARES**

Graduada em Gestão Ambiental pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte- UERN

**MARIVONE ZANELLA FANK**

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (2006), mestrado em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (2010) e doutorado pela Universidade Federal de Campina Grande - PB. Professora Adjunta da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Pato Branco. Com experiência em projetos e execução de fundações e projeto estrutural. Atuando principalmente nos seguintes temas: solos, mecânica dos solos, fundações, concreto, concreto armado e estruturas de armazenamento (silos).

**MICHELLE SILVA MENEZES**

Graduação em Engenharia Civil; Pós-Graduação em Tecnologia de Projetos e Gestão da Qualidade na Construção Civil; Mestranda em Engenharia e Ciências Ambientais. Participação em pesquisas nas áreas de Saneamento Básico e Tratamento de Água

**NILENE FERREIRA CARDOSO SOUZA**

Professora da Educação básica em São Domingos do Araguaia, Pará; mestre pelo Programa de Pós-graduação em Dinâmicas Territoriais e Sociedade na Amazônia da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará /UNIFESSPA.

**OCIMARA FERNANDES NEGREIROS OLIVEIRA**

Mestre em educação e contemporaneidade, PMM-AS.

**OSMAR LUIS SILVA VASCONCELOS**

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) com registro no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Maranhão (CREA-MA), possui especialização em Projetos Sustentáveis, Mudanças Climáticas e Mercado de Carbono (UFPR), especialização em Solos e Nutrição de Plantas (USP/Esalq), Aperfeiçoamento em Fertilidade e Nutrição de Plantas (UFPR), habilitação técnica em Administração (IFSULDEMINAS), Logística (IFMA) e Agroindústria (IFMA), participante de projetos de Iniciação Científica, Extensão e Desenvolvimento Tecnológico. Atua nas áreas de obtenção de novos materiais, Meio Ambiente e Ciência e Tecnologia de Alimentos. Participou do grupo de pesquisa Laboratório de Extensão Rural - produção vegetal (UEMA) e atualmente participa dos grupos: L3MA - Laboratório de Engenharia de Materiais, Manutenção e Meio ambiente (Universidade Federal Fluminense) e Grupo de Pesquisa Interdisciplinar em Agroecologia, Educação Ambiental e Química (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão). Foi técnico de campo e gerencial da cadeia produtiva de hortifruticultura em 26 propriedades pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR-MA); e Instrutor e capacitador na Slz cursos e capacitação EIRELI, credenciado ao Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE/MA). Quando solicitado, atua como perito e avaliador de imóveis rurais.

**PATRÍCIA DOS SANTOS MATTA**

Mestrado em Engenharia Civil pelo Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia - COPPE- UFRJ (2001) e Doutorado em Ciências, em Engenharia Civil na área de concentração

**PATRÍCIA HELENA GAMBOGI BOSON**

Engenheira civil, pelo IPUC/MG com especialização em administração pela Fundação Dom Cabral. Larga experiência em planejamento e gestão ambiental e de recursos hídricos e na formulação de políticas públicas e institucionais na área de ciência e tecnologia, meio ambiente e hidrologia. Ocupou vários cargos de direção nas esferas público e privada, incluindo Secretaria Adjunta de Ciência e Tecnologia do Estado de Minas Gerais e Secretaria Executiva do Conselho de Empresários para o Meio Ambiente, da Federação da Indústria do Estado de Minas Gerais (2000 a 2018) e do Conselho de Infraestrutura na mesma Federação (2014 a 2018), e ainda, assessoria especial do Conselho de Assuntos Metropolitanos e Municipais também da FIEMG (2014 a 2018). Membro do Conselho Nacional de Recursos Hídricos e do Conselho Nacional de Meio Ambiente no período de 2000 a 2018. Autora de livros e vários artigos técnicos. Exerce ainda as funções de consultora na área de gestão ambiental e de recursos hídricos, como diretora da empresa Conciliare Consultoria Socioambiental(<https://conciliareambiental.com.br/>). Participou da equipe de idealização e atua como consultora do Programa Ambiental do Transporte da Confederação Nacional de Transporte – CNT, Despoluir, ganhador do prêmio internacional, Big Push Ambiental da CEPAL e do Prêmio Hugo Werneck na categoria Destaque Nacional. Idealizadora e sócia proprietária do Ecoguia Sustentável, a primeira plataforma digital brasileira para gestão de fornecedores, facilitando as compras corporativas sustentáveis. Participação no desenvolvimento da Calculadora Verden de pegada de carbono, ferramenta de apoio ideal para cálculo do Escopo 1 das emissões por combustão móvel da frota de veículos da sua empresa ou de uso pessoal.

**PEDRO ROBERTO ALMEIDA VIÉGAS**

Possui graduação em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (1987), Mestrado em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa (1991), Doutorado em Fitotecnia (Produção Vegetal/Nutrição mineral de plantas) pela Universidade Federal de Viçosa (1997) e Pós-Doutorado (2014) na Universidade da Flórida (Fertilidade do solo no RCREC/IFAS/University of Florida), por meio do programa Ciências sem Fronteiras/CAPES. Atualmente, é professor Titular da Universidade Federal de Sergipe/Departamento de Engenharia Agrônoma. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Nutrição Mineral de Plantas, fisiologia vegetal e fruticultura tropical, atuando, principalmente, nos seguintes temas: abacaxi, banana, maracujá e mamão, nutrição mineral de plantas e produção de mudas.

**PRISCILA DO SOCORRO DOS SANTOS GOMES**

Graduada em Biblioteconomia pela Universidade Federal do Pará - UFPA

**RAPHAEL DO COUTO PEREIRA**

Graduação em Ciências Navais pela Escola Naval (2010). MBA em Gestão Financeira e Controladoria pela Estácio de Sá (2015). Mestre em Defesa e Segurança Civil pela Universidade Federal Fluminense (2017). Tecnólogo pelo curso de Segurança Pública e Social da Universidade Federal Fluminense e Doutorando no Programa de Doutorado da Troy University - EUA

**REGINA HELENA MARINO**

Possui graduação em Engenharia Agrônoma pela Faculdade de Ciências Agrônomicas da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Botucatu (1994); Mestrado em Biotecnologia pelo Instituto de Química da UNESP, Campus de Araraquara (1997) e Doutorado em Biotecnologia pelo Instituto de Química da UNESP, Campus de Araraquara (2002). Atualmente é professora associada IV do Departamento de Engenharia Agrônoma (DEA) da Universidade Federal de Sergipe (UFS) onde desenvolve pesquisas com biotecnologia agrícola e ambiental.

**ROBÉRIO ANASTÁCIO FERREIRA**

Possui graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal da Paraíba (1994), mestrado em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Lavras (1997) e doutorado em Agronomia

(Fitotecnia) pela Universidade Federal de Lavras (2002). Atualmente é professor efetivo do Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Biodiversidade (PPGAGRI) e Professor Associado III do Departamento de Ciências Florestais, da Universidade Federal de Sergipe. Tem experiência na área de Recursos Florestais e Engenharia Florestal, com ênfase em Restauração de Matas Ciliares, atuando principalmente nos seguintes temas: restauração, matas ciliares, áreas degradadas, espécies florestais, análise de vegetação, conservação da biodiversidade e arborização urbana. É líder do Grupo de Pesquisa - Grupo Restauração da UFS

### **ROBERTA ALMEIDA MUNIZ**

Possui graduação em agronomia pela Universidade Estadual do Maranhão (2010) , mestrado em Agronomia - Produção Vegetal pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2018). Especialização em Educação Ambiental e Recursos Hídricos pelo IFMA- Campus São Luís Monte Castelo e Graduação em Formação Pedagógica pelo IFMA- Campus Caxias, Tem experiência na área de Administração, com ênfase em Administração.

### **ROBERTO CARLOS FIGUEIREDO**

Doutorado em Biologia Parasitária na Amazônia pela Universidade Estadual do Pará - UEPA em desenvolvimento com o Instituto Evandro Chagas - Pará. Mestre em Saúde, Sociedade Endemias na Amazônia pela Universidade Federal do Amazonas - UFAM. Especialização em Gestão em Enfermagem UNIFESP. Especialização em Gestão Educacional e Docência do Ensino Básico e Superior e Educação Especial Inclusiva pelo Instituto Carreira. Graduado em Enfermagem pela UEPA e Licenciatura em Pedagogia pela Universidade Paulista-UNIP. Segunda Licenciatura em Ciências Biológicas e Artes Visuais pelo Centro Universitário Leonardo da Vinci-UNIASSELVI.

### **SAINT CLAIR LIRA SANTOS**

Professor Doutor do curso de Técnico Integrado em Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

### **SUZIMARY SPECHT**

Graduada em Geografia. Especialista em Educação ambiental, Mestre em Geografia e Doutora-em Desenvolvimento Rural. Docente no Curso Técnico em Meio Ambiente e de Graduação em Gestão Ambiental da UFSM.

### **SUZYANNE MORAIS FIRMINO DE MELO**

Graduação em Ciências Biológicas; Mestrado em Agricultura e Ambiente; Especialização em gestão, auditoria e licenciamento ambiental; Doutoranda em Ecologia e Conservação. Participação em pesquisas na área de Biotecnologia e atualmente em Dendroecologia

### **TATIANA SANTOS DA CUNHA**

Possui graduação em química, mestrado em Geoquímica Ambiental com estudos em contaminantes de regiões costeiras pela Universidade Federal Fluminense - UFF (2005), doutorado em Engenharia com ênfase em petróleo e gás pela COPPE - Universidade Federal do Rio de Janeiro (2010), pós-doutorado em impactos ambientais de instalações nucleares pelo Instituto de Engenharia Nuclear - IEN, Programa PNPD - CAPES (2011 - 2013)

### **TETYANA GUROVA**

Possui graduação em Engenharia Metalúrgica e de Materiais pelo Instituto Politécnico de Kiev - Ucrânia (1993), doutorado em Engenharia Metalúrgica e de Materiais pela COPPE - UFRJ (1997) e pós-doutorado no Programa de Engenharia Oceânica da COPPE/UFRJ

## **THAIS NASCIMENTO MENESES**

Atualmente é Coordenadora Técnica do Bahia Produtiva pela Associação Regional de Convivência Apropriada ao Semiárido. Atuou por um ano como coordenadora do projeto ATER para Mulheres Rurais. Foi Professora Colaboradora Voluntária do Departamento de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal de Sergipe e Docente da Faculdade UNIRB- Aracaju. Integra como pesquisadora o projeto Bioágua Familiar Sergipe, e o Grupo de Pesquisa Acqua/CNPq. Doutora em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (2019). Mestre em Recursos Hídricos (2015) e Graduada em Engenharia Agrônômica (2013) pela Universidade Federal de Sergipe. Tem experiência na área de irrigação, tolerância à seca e arquitetura radicular. Desenvolve pesquisa de extensão relacionada ao reuso de água para fomento de quintais produtivos. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0227089866067865>

## **ULYSSES RODRIGUES VIANNA**

Universidade Federal do Espírito Santo, Campus Alegre-ES. Centro de Ciência Agrárias e Engenharias (CCAUE-UFES)

## **ZILDENICE MATIAS GUEDES MAIA**

Docente do Instituto Federal do Rio Grande do Norte - IFRN. Doutora em Ciências Sociais pela UFRN.

[www.poisson.com.br](http://www.poisson.com.br)  
[contato@poisson.com.br](mailto:contato@poisson.com.br)

@editorapoisson



<https://www.facebook.com/editorapoisson>

